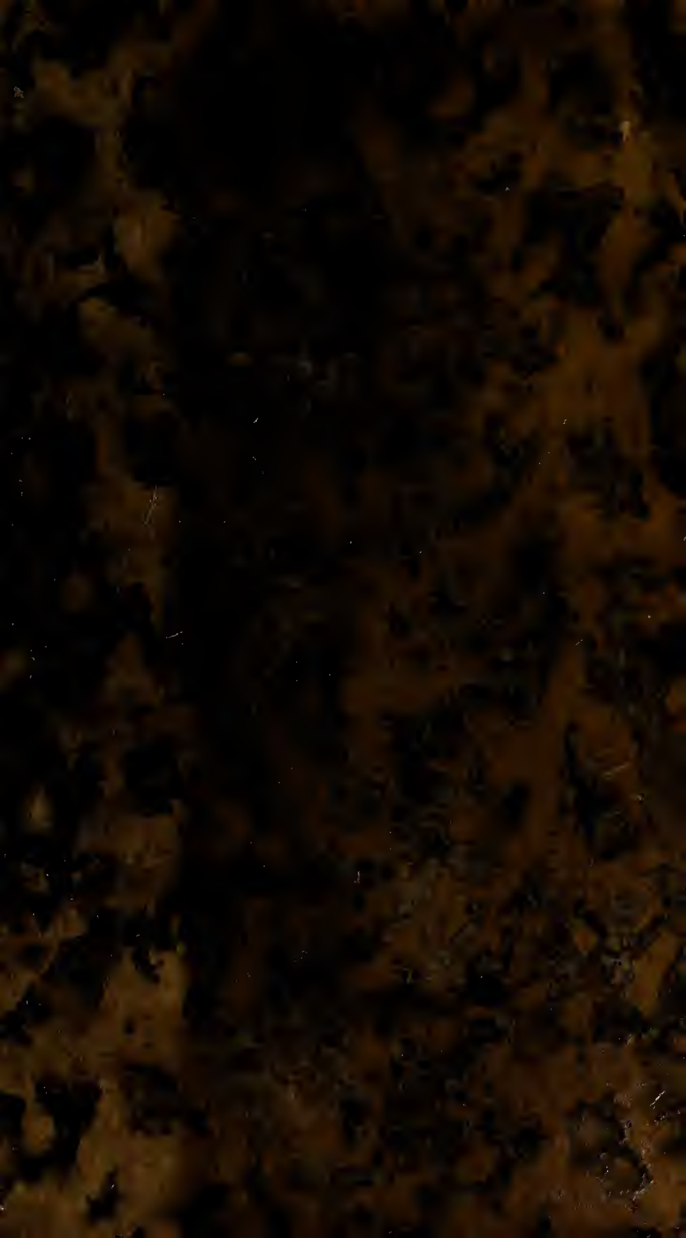



BIBL. COLL.
S. F. XAVERII
VENETENSIS.
N°
N°





L'ART
DES EXPÉRIENCES,
OU
AVIS AUX AMATEURS
DE LA PHYSIQUE.

TOME TROISIEME.

L'ART DES EXPÉRIENCES,

O U

AVIS AUX AMATEURS *DE LA PHYSIQUE*,

SUR LE CHOIX, LA CONSTRUCTION ET L'USAGE DES INSTRUMENTS;

SUR LA PRÉPARATION ET L'EMPLOI DES DROGUES

QUI SERVENT AUX EXPÉRIENCES.

Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfants de France, & Professeur Royal de Physique Expérimentale au College de Navarre.

Nouvelle Edition, revue & corrigée.

TOME TROISIEME.





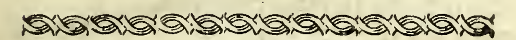
A AMSTERDAM,

Chez D. J. CHANGUION.

MDCCLXX.



AVIS
AUX AMATEURS
DE LA
PHYSIQUE EXPERIMENTALE.



TROISIEME PARTIE.

Contenant des Avis particuliers sur les Expériences des onze dernieres Leçons.

SUITE DES AVIS
Sur la DIXIEME LEÇON.

LA Fontaine d'Héron est suffisamment expliquée dans l'endroit, & par la figure citée en marge; il me reste peu de choses à y ajouter. Si l'on y emploie des globes de verre, il faut

X. LEÇON. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 21.

faut qu'ils aient chacun deux goulots diamétralement opposés & un peu larges, sur lesquels on mastiquera des viroles de fer-blanc ou de laiton, avec des fonds. Quant à leur grosseur, il suffira qu'ils aient 6 à 7 pouces de diametre. Au défaut de globe de verre, le Ferblantier suppléera par des tambours formés, si l'on veut, d'une virole entre deux cônes tronqués, afin que le haut & le bas présentent toujours une certaine largeur pour recevoir les tuyaux : il faut donner à tous les tuyaux 5 lignes de diametre intérieurement : & si l'on fait le pied de la fontaine comme celui qui est représenté par la *Fig.* 21. on aura soin de mettre le globe *EF* en place, pour mastiquer dessus, la virole *L* avec ses tuyaux.

Un Emailleur un peu adroit fera au feu de sa lampe, une fontaine d'Héron toute d'une piéce, & qui sera d'autant plus agréable, qu'on verra sans aucune interruption, tout ce qui se passe au-dedans. Ce sera une espece de siphon renversé, *Pl. I. Fig.* 1. fait avec un tube un peu plus gros que ceux des barometres ordinaires, au haut

haut duquel il formera un évaſement *A*, une boule creuſe en *B*, une autre boule ſemblable en *C*; il terminera le bout *D* en capillaire, & fera un petit goulot de décharge en *E*, qu'on tiendra fermé avec un bouchon de liege, quand on fera l'expérience du jet-d'eau: & comme cette piéce ſera fragile, on attachera la branche *AE* contre une planche, qu'on pourra ſuſpendre avec un anneau, & qui portera par en-bas, une fourchette dans laquelle on fera entrer la courbure du ſiphon.

Pour mettre cette fontaine en jeu, on emplira d'eau claire la boule *B*, en la verſant en *A*; on renverſera enſuite l'inſtrument afin que cette eau paſſe dans le réſervoir *C*; on le redreſſera après, & l'on remplira d'eau, le vaſe *A* & le tube qui eſt deſſous juſqu'en *E*; quand la boule *B* ſera pleine, le réſervoir *C* ſera vuide, & l'effet ceſſera: ſi l'on veut recommencer, il n'y aura qu'à renverſer encore la fontaine, pour vuider l'eau de *B* en *C*; ſinon en ouvrant le goulot *E*, la fontaine ſe vuidera entiérement.

Cet inſtrument n'eſt aſſujetti à aucune

cune mesure fixe ; ceux de cette espece qui sont dans mes Ecoles, ont 18 à 20 pouces de haut, & les boules près de 2 pouces de diametre ; mais il est à propos que le vase *A*, & les deux boules *B* & *C*, aient des capacités à-peu-près égales, & que le tuyau ait environ 3 lignes de diametre intérieurement, afin que l'eau y descende aisément & le remplisse promptement.

X. Leçon. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 22.

Il est bon d'avoir dans un Cabinet de Physique, un modele de la pompe à jet continu, à la suite des instrumens dont on se sert pour prouver le ressort de l'air comprimé ; & si l'on peut se procurer un verre cylindrique fort épais *F*, *Fig.* 2. qui ait environ six pouces de hauteur sur deux & demi de diametre, on l'exécutera de la maniere suivante.

Faites une pompe de cuivre *Gg*, jettée en fonte, alaisée en-dedans, tournée en-dehors (*a*), qui ait sept pouces & demi de hauteur sur quinze lignes de diametre intérieurement, ravalée

(*a*) Sur la maniere d'alaiser les corps de pompes, & de les tourner en dehors Voyez les *Avis* sur la X. Leçon, *Tome II.* au sujet de la Machine Pneumatique.

valée en-haut à demi-épaiſſeur, ſur la longueur d'un pouce, & qui porte intérieurement par en-bas quelques filets de vis pour recevoir une piece à ſoupape dont on voit la coupe en *H*. De plus, il faut faire un peu au-deſſus de *G*, un trou de 2 lignes de diametre, que l'on recouvrira d'une ſoupape *y*, dont la queue ſoit à reſſort & attachée avec une petite vis. Il faut tenir plat, l'endroit où porte le cuir de la ſoupape.

I, eſt une platine ronde bien dreſſée en-deſſous, percée au milieu pour entrer ſur la partie *g* où elle ſe ſoude à l'étain; elle a un rebord de deux lignes de hauteur, avec lequel elle embraſſe le haut du verre *F*; elle lui ſert comme de couvercle.

K eſt une piece à-peu-près ſemblable à la précédente; elle eſt percée au milieu pour laiſſer paſſer la vis *G*, qui eſt reçue enſuite dans une virole *L*, qui lui ſert d'écrou, & dont le bord qui a 2 à 3 lignes de largeur, preſſe un anneau de cuir gras. Cette virole a un fond percé qui porte un tuyau de ſix pouces de longueur. Si vous ne voulez point faire la ſoupape *H*, pour vous diſpenſer de faire des filets de vis à la

pompe, vous pourrez vous contenter d'y ſouder un fond qui porte la vis *h*, & mettre ſeulement un clapet ſur le fond de la virole *L*.

La piece *K* porte intérieurement à 3 lignes près de ſon bord ſupérieur, un anneau plat qui eſt ſoudé dans la virole, & ſur lequel doit repoſer l'autre bord du verre *f*, & au-deſſous de cet anneau eſt ſoudé ſur un trou fait à la virole, un petit bout de tuyau *m*, avec un fond & un clapet, ſur lequel ſe viſſe le tuyau montant *MN*, auquel il faut donner 4 pieds de hauteur. En *N*, eſt une virole de cuivre qui porte extérieurement des filets de vis, avec une large portée au-deſſous; une autre virole *O*, dont le bord eſt auſſi large, lui ſert d'écrou, & porte un bout de tuyau recourbé qui doit faire la continuation du premier.

Toutes ces pieces étant ainſi préparées, vous les mettrez enſemble, comme il eſt repréſenté en P, ayant ſoin de faire porter les bords du verre bien dreſſés auparavant, contre des anneaux de cuir de chamois mouillés, afin que ni l'eau, ni l'air ne puiſſe paſſer par ces endroits-là: & vous ajouterez un

pis-

piſton ſemblable à ceux des pompes que j'ai décrites dans les *Avis* ſur la ſeptieme Leçon.

Vous monterez cette pompe ſur une cuvette *Rr*, doublée de plomb, qui aura 15 à 16 pouces de long, 6 de large, & autant de hauteur, couverte ſur les deux tiers de ſa longueur par une planche qui entre à feuillures, & qui eſt percée au milieu de ſa largeur, pour donner paſſage au tuyau d'aſpiration *lL*, de ſorte que le fond de la piece *K* repoſe deſſus.

RS, eſt un montant de 4 pieds de hauteur ou environ, au bout duquel eſt attachée une petite cuvette de fer-blanc ou de laiton, avec deux gouſſets par-deſſous pour la ſoutenir: la partie de la vis *N*, s'applique contre le fond avec un cuir interpoſé, & la virole à écrou du tuyau *O*, prend la vis par-dedans avec un autre anneau de cuir, de ſorte que l'eau qui tombe dans la cuvette, ne peut point couler par cette jonction; au bas d'un des petits côtés de la cuvette de fer-blanc eſt ſoudé un bout de tuyau qui ſort un peu en dépouille à travers le montant, & ſur lequel entre juſte un autre tuyau

coudé par en-haut & par en-bas, & qui defcend le long du montant, pour rapporter l'eau à la caiffe *R*, dans laquelle il paffe.

La pompe étant donc placée comme on le voit en *p*, eft ferrée de haut en bas par une traverfe *V*, affemblée dans le grand montant, par deux tenons qu'on arrête par-derriere avec des goupilles, & qui par l'autre bout defcend à queue d'aronde dans un taffeau attaché au haut du petit montant *r*, & qui s'arrête par une vis dont l'écrou eft noyé dans le bois de la traverfe. Et afin que cette preffion foit toujours auffi forte qu'il eft néceffaire, pour appuyer les bords du verre contre les cuirs, & empêcher que l'air ne puiffe s'échapper par ces jonctions, on met quelques anneaux de carton fur le couvercle *I*, qui fait une large portée au-deffous de la partie de la pompe qui paffe par la traverfe.

Vous ferez mouvoir le pifton avec un levier du fecond genre, qui aura un mouvement de charniere contre le grand montant, & qui prendra la tige du pifton par une fourchette, dans laquelle il puiffe avoir un pareil jeu, foit

ſoit en montant, ſoit en deſcendant.

Si tout cela eſt bien exécuté, lorſque vous aurez mis de l'eau dans la caiſſe *Rr*, & que vous ferez agir le piſton un peu vivement, l'eau aſpirée par le tuyau montant *lL*, & refoulée enſuite, montera en même temps vers la cuvette *S*, & dans l'eſpace qui eſt entre le verre & le corps de pompe, en preſſant de bas en-haut l'air qui s'y trouve, lequel en vertu de ſon reſſort continuera de faire couler l'eau par le tuyau *o*, pendant que vous releverez le piſton.

Un Phyſicien doit être muni d'une machine avec laquelle il puiſſe faire des expériences dans l'air comprimé; cette machine peut ſe faire de différentes façons, ſuivant les vues qu'on a à remplir; ſi l'on a deſſein de comprimer l'air à toute outrance, il faut que le vaiſſeau qui doit le contenir ſoit d'une grande ſolidité, le métal eſt la ſeule matiere qu'on y puiſſe employer, avec quelques petites fenêtres garnies de morceaux de glace très épaiſſe, & alors on a bien de la peine à voir ce qui ſe paſſe au-dedans; ſi on veut conſerver l'air que l'on condenſe, dans le dégré

de pureté qu'il a en venant de l'athmosphere, & ne le point faire passer par la pompe foulante, on aura de la peine à remplir cet objet dans le cas d'une forte compression : je vais décrire la machine dont je me sers dans mes Leçons publiques, & qui suffit pour les expériences ordinaires.

AB, *Fig*. 3. est une tablette de bois chantournée, qui a un bon pouce d'épaisseur, 15 pouces de long sur 12 ou 13 de large ; elle peut être d'une seule piéce, mais elle sera encore mieux si elle est emboîtée par les deux bouts : elle porte en-dessous un canal *CD*, logé en partie dans l'épaisseur du bois, & dont les deux bouts relevés d'équerre, affleurent le dessus par une portée qui est surmontée en *c* d'une vis grosse comme le petit doigt, & longue de 7 à 8 lignes ; & par une autre portée en *d*, sur laquelle est appliquée une petite platine ronde percée au milieu, & attachée au bois avec des vis ou des clous à tête perdue. Outre cela, ce canal est encore arrêté par deux brides attachées par-dessous, vers les extrêmités.

E, est un robinet dont la boëte affleure encore le dessus de la tablette a-

vec

vec une portée ſur laquelle on attache auſſi un anneau plat pour plus de propreté. La clef de ce robinet eſt percée comme celle de la machine pneumatique, c'eſt-à-dire, d'un trou diamétral & d'un autre trou oblique qui va gagner l'axe, & qui ſe continue juſqu'au bout d'en-bas ; & l'on fait une marque au fleuron de la clef qui répond à ce trou.

Ce canal avec la boëte du robinet eſt de cuivre, & peut être fondu d'une ſeule piece, ſur un modele en bois qu'on donnera au Fondeur ; auquel cas on réſervera en *C* & en *D*, deux petites maſſes, pour le mettre ſur le tour dans une lunette, & on le percera en deux fois ſur ſa longueur. On fera dans les deux bouts montans, des trous qui communiquent avec le premier, & quand avec des équarriſſoirs on aura nettoyé & aggrandi ces trous juſqu'à ce qu'ils aient deux lignes & demi de diametre, on bouchera les deux bouts *C* & *D*, avec des vis à têtes plates, ſous leſquelles on mettra un anneau de cuir. Il eſt bon de ſe ménager cette reſſource, pour déboucher le canal ſi par quelque accident il venoit à s'engorger. Du reſte, cette

piece qui n'eſt point expoſée à la vue, peut être ſimplement dégroſſie à la lime.

La vis qui eſt au bout *c*, & qui excede de toute ſa longueur le plan ſupérieur de la tablette, reçoit une platine ronde de cuivre de 6 pouces & demi de diametre, percée au centre, & retenue par un écrou plat ſous lequel il ne faut pas manquer de mettre un cuir gras, afin que l'air ne puiſſe point s'échapper par la jonction. Cette platine eſt rebordée d'un cercle de cuivre ſoudé à l'étain, & qui a 4 lignes de hauteur.

En *F* & en *f* ſont deux trous quarrés, dans leſquels entrent les tenons de deux colonnes de fer tournées, & façonnées à-peu-près comme *Gg*. Elles ont chacune 9 pouces de longueur entre les tenons, qui ſont terminés par des vis: les écrous *h*, *h*, qui les arrêtent, ont un pouce de longueur, dont la moitié eſt taillée à ſix pans, & le reſte tourné en poire; il y a une clef commune à tous pour les ſerrer. Il réſulte de-là, que quand les deux colonnes ſont en place, la tablette par ce bout-là eſt élevée d'un pouce; on la met de niveau en plaçant ſous *ii*, deux pieds

pieds de métal dont les tenons ſont des vis en bois.

Il faut tirer de la Verrerie deux ou trois pieces en cryſtal, figurées comme *K*, qui aient par-tout 3 ou 4 lignes d'épaiſſeur, environ 6 pouces de diametre, rétrécis d'un tiers par les deux bouts, & de telle hauteur, que quand les bords auront été bien dreſſés, elles en aient encore chacune 9 pouces & quelques lignes.

On place un de ces vaiſſeaux concentriquement ſur la platine recouverte, comme celle de la machine pneumatique, avec un morceau de peau de chamois mouillé; on étend ſur le bord d'en-haut un anneau de pareille peau, & par-deſſus, une platine ronde de fer *L*, qui a deux oreilles coudées & percées pour entrer ſur les tenons d'en-haut des deux colonnes de fer; comme ces tenons ſont des vis, & qu'ils ont un pouce au moins de longueur, la piece *L* deſcend jusqu'à ce qu'elle poſe ſur le bord du vaſe *K*, garni de ſon anneau de peau mouillé, & les écrous qu'on ſerre avec la clef peu-à-peu l'un après l'autre, afin de maintenir la piece *L* tou-

jours bien droite, produifent, tant en-haut qu'en-bas, une preffion qui ferme exactement le vaiffeau *K*.

On voit par-là, que la platine ronde *L* doit avoir environ 5 pouces de diametre, pour couvrir amplement les bords du vaiffeau, que fes oreilles doivent être affez longues pour que leurs trous répondent à l'écartement des deux piliers ou colonnes, qui eft de 8 pouces & demi ou 9 pouces; & que fon épaiffeur doit être proportionnée à la grande preffion qu'elle doit faire; elle ne doit pas être moindre que de 4 lignes. On fera bien d'y faire un trou taraudé au milieu, pour recevoir une boëte à cuir en cas de befoin; dans les cas ordinaires on tiendra ce trou fermé avec une vis à oreilles *l* & un cuir interpofé.

Quoique le vaiffeau *K* foit fort épais, il pourroit arriver que le reffort de l'air trop fortement comprimé, le fît crever, & cet accident feroit dangereux; il faut en prévenir les fuites, en couvrant le vaiffeau d'une cage de métal *MNO*, qui retiendra les éclats du verre s'il vient à fe rompre. Cette cage fera compofée de 3 cercles

cles plats de cuivre, dont les deux premiers *M*, *N*, feront percés de pouce en pouce, le dernier *O*, ayant des trous en même nombre, mais plus près les uns des autres, pour aſſembler des fils de laiton paſſés à la filiere, & un peu moins gros qu'une plume à écrire. Les trous du cercle *N* feront de la groſſeur même des fils; ceux des deux autres cercles feront un peu plus petits.

Vous ferez les cercles *M* & *N*, comme pour embraſſer celui qui ſert de rebord à la platine; & celui d'en-haut pour embraſſer fort aiſément le haut du vaſe de cryſtal: après cela vous creuſerez dans une planche, une rainure comme *P p*, que vous réglerez ſur le profil de votre vaſe, & vous dreſſerez & plierez par en-haut tous vos fils, de maniere qu'ils entrent l'un après l'autre dans cette eſpece de calibre; vous les limerez par les deux bouts en faiſant une portée à chacun; & vous commencerez par les arrêter dans le plus petit cercle en les rivant l'un après l'autre; enſuite vous enfilerez le cercle du milieu, & vous finirez par attacher celui d'en-bas comme celui

celui d'en-haut. Cette cage ſe place avant qu'on couvre le vaſe *K* avec la piece *L*, comme on le peut voir par la *Fig.* 4. qui repréſente l'enſemble de la machine.

On fait entrer l'air dans le récipient *K* par le canal, avec une pompe foulante *R*, ſemblable à celle dont j'ai parlé au ſujet de la Fontaine de compreſſion, *Tome II. Avis concernant la X. Leçon.* Elle ſe viſſe ſur le bout du canal *d* avec un anneau de cuir interpoſé, & elle eſt ſoutenue par un pilier *S*, qui eſt plat par-devant, & creuſé en demi-rond, pour la loger en partie; une bride à charniere, qui s'arrête avec un crochet quand elle eſt fermée, retient la pompe, & empêche qu'elle ne vienne en-devant, quand on fait mouvoir le piſton.

Lorſque vous voudrez faire uſage de cette machine, vous commencerez par placer dans le récipient ce que vous voudrez mettre en expérience, ſoit en le poſant ſur la platine, ſoit en le ſuſpendant à un crochet qui ſe viſſera ſous la piece *L*; vous mettrez la cage *MNO* par-deſſus, avec la platine de fer & les écrous que vous

vous ſerrerez l'un après l'autre à plusieurs repriſes. Après cela, vous tournerez la clef du robinet de maniere que la communication ſoit ouverte entre la pompe & le récipient, & en mettant les deux pieds ſur le bord de la tablette en *i*, *i*, vous aſſujettirez la machine, & vous ferez aller le piſton un peu vivement, ayant ſoin qu'il touche à chaque fois tant en-haut qu'en-bas, le fond de la pompe.

Quand l'air ſera ſuffiſamment condenſé, vous ferez faire un quart de tour à la clef du robinet, pour fermer le canal du côté du récipient, afin d'y retenir l'air dans l'état de compreſſion que vous lui aurez fait prendre; & pour laiſſer échapper cet air, quand votre expérience ſera faite, vous ferez faire un demi-tour à la clef, & il y aura communication de l'intérieur du récipient avec l'athmoſphere.

Pour juger à quel point l'air eſt condenſé dans le récipient, vous y placerez un petit inſtrument qu'on nomme *Elatérometre*, repréſenté à la lettre Q. Il eſt compoſé d'un bout de tube de 3 ou 4 pouces de longueur, & d'une ligne de diametre intérieurement; il eſt

ſcellé

ſcellé par un bout, avec une partie recourbée & évaſée par en-bas, dans laquelle on met un peu de mercure; à meſure que l'air ſe condenſe dans le récipient, il preſſe le mercure & le pouſſe contre la petite colonne d'air qui eſt dans le tube; ſi cette colonne eſt réduite par cette compreſſion au quart, au tiers, à la moitié, &c. de ſa longueur naturelle, c'eſt une marque que l'air du récipient eſt condenſé d'autant; & vous en jugerez par une diviſion que vous marquerez ſur la petite planche à laquelle eſt attaché l'inſtrument. Pour une plus grande exactitude, il faudroit que l'élatérometre fût incliné, afin que le mercure qui s'avance dans le tube, ne contrebalance point par ſon poids une partie de l'effort que l'air du récipient fait ſur lui; mais s'il tient trop de place dans cette ſituation, on pourra ſupprimer ſon pied, & le placer debout.

Avec la machine de compreſſion que je viens de décrire, vous ferez voir que ce qui empêche une bouteille de verre très-mince de ſe caſſer dans l'air libre, c'eſt que celui qu'elle contient

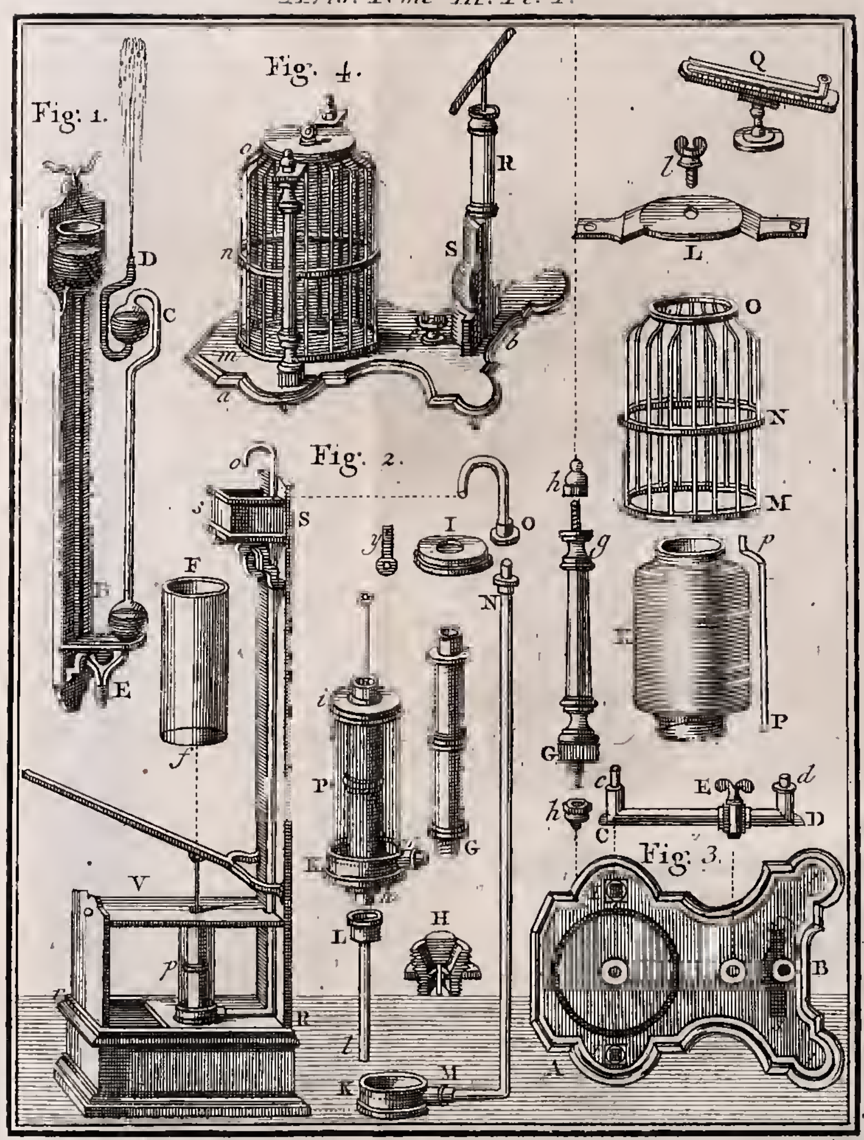


Fig: 1.
Fig. 4.
Fig. 2.
Fig. 3.



tient eſt en équilibre avec celui du dehors; car ſi elle eſt bien bouchée, & que vous la mettiez dans l'air condenſé du récipient, elle ne manquera pas d'être caſſée: il faut ſouffler ces bouteilles à la lampe d'Emailleur, les applatir un peu, & les ſceller hermétiquement.

Vous rendrez toute flaſque par un pareil procédé, une veſſie d'agneau bien remplie d'air, & dont le col ſera ſerré avec un fil.

Vous gênerez ſenſiblement la reſpiration d'un oiſeau, ou d'un petit quadrupede, que vous mettrez à pareille épreuve, &c. &c.

Huitieme Expérience.

Suivez ce qui eſt marqué dans la *préparation* de cette Expérience; je n'ai rien à y ajouter. X. LEÇON. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 23. & 24. & *Pl. V. Fig.* 25. & 26.

Pour le thermometre d'air, repréſenté par la *Fig.* 24. citée en marge, ſi l'on n'a point la commodité de ſe procurer un verre exprès, qui ſoit recourbé par en-bas, avec une boule qui ait un orifice pour recevoir & pour contenir la liqueur colorée, on pour-

pourra ſe ſervir d'un verre de thermometre ordinaire, dont le tube ne ſoit pas ſcellé par en-haut, & dont on plongera le bout dans un flacon ou autre petit vaiſſeau contenant de l'eau mêlée avec un quart de diſſolution de cuivre, afin qu'elle ne ſoit pas ſujette à ſe geler: il faudra échauffer l'air de la boule avec les mains, ou autrement, un peu plus qu'il n'a coutume de l'être dans les plus grandes chaleurs de l'été, avant que de plonger le tube dans la liqueur.

Si pour faire jaillir une liqueur par la preſſion d'un air dilaté, vous n'êtes pas à portée de faire exécuter la Fontaine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 26. & qui eſt ſuffiſamment décrite à l'endroit cité en marge, vous pourrez vous en procurer une autre à peu de frais, qui ſera plus petite, mais dont l'effet eſt fort joli. Soufflez à la lampe, ou faites ſouffler par un Emailleur une boule creuſe *A*, *Pl. II. Fig.* 1. un peu plus groſſe qu'un œuf de poule, qui ait une queue ſcellée par le bout comme *a*, & un bec recourbé en en-haut comme *b*, dont l'orifice ſoit capillaire; plongez pendant quel-

ques

ques ſecondes de temps toute la boule dans une caffetiere remplie d'eau bouillante, ayant ſoin que l'orifice *b* ſoit dehors; retirez-la & trempez ſur le champ le bout du bec dans un verre à boire qui contienne de l'eſprit-de-vin; & quand il en ſera entré dans la boule autant que le poids de l'atmoſphere y en peut porter, vous la replongerez de nouveau dans l'eau bouillante, & vous allumerez le jet, en tenant la flamme d'une bougie à un pouce près de *b*.

Neuvieme Expérience.

Procédez pour cette Expérience comme il eſt preſcrit dans la *Préparation.* X. LEÇON. I. Section. *Pl. V. Fig.* 27.

Si au lieu de mercure, vous faites couler un peu de liqueur colorée dans la boule de la *Fig.* 27. citée en marge, en appliquant la main deſſus, vous dilaterez l'air au point de faire monter très-ſenſiblement & très-vîte la liqueur dans le tube; plus la boule ſera groſſe & le tube étroit, plus cet effet ſera ſenſible; de ſorte qu'avec un tel inſtrument, on pourroit s'appercevoir des moin-

moindres changemens qui arriveroient à la température d'une chambre, ou d'un autre lieu quelconque.

Dixieme & Onzieme Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. V. Fig.* 28. & 29.

En ſuivant les procédés indiqués dans les *Préparations* de ces deux Expériences, on pourra mettre dans le vuide des animaux de toutes eſpeces, pourvû qu'ils puiſſent tenir ſous le récipient: cela ſuffira pour prouver que l'air doit avoir une certaine denſité pour entretenir la vie animale; mais ſi l'on veut ſçavoir plus exactement combien de temps chaque animal peut vivre dans un air raréfié à un certain degré, il faut s'y prendre d'une autre maniere que voici.

Mettez ſur la platine de la machine pneumatique, le plus grand récipient que vous ayez, & qui ſoit ouvert & garni par le haut pour recevoir un robinet; joignez à ce robinet une platine de cuivre de 5 à 6 pouces de diametre, couverte d'un cuir mouillé; placez l'animal deſſus, & couvrez-le d'un récipient qui n'ait que la grandeur qu'il faut pour le contenir ſans

le

le gêner. Voyez la *Fig.* 2. Le robinet étant fermé du côté du grand récipient, vous y raréfirez l'air le plus qu'il ſera poſſible, & il ſera bon que cela ſoit fait avant de placer l'animal ſous le petit récipient : dès qu'il y ſera, ouvrez la communication entre les deux vaiſſeaux, en faiſant faire un quart de tour à la clef du robinet; en moins de deux ſecondes de temps l'air ſera raréfié dans le petit récipient, en raiſon de la différence de ſa capacité à celle du grand récipient; c'eſt-à-dire, que ſi celui-ci avoit été parfaitement vuide, ou à peu près, & qu'il fût 15 fois plus grand que l'autre, l'animal ſe trouveroit dans un air qui n'auroit que la quinzieme partie de ſa premiere denſité ; ce qui ſeroit plus que ſuffiſant pour le faire périr.

Dans les explications qui ſuivent la dixieme & la onzieme Expérience, j'ai ſuppoſé que quand un animal ſe trouve dans le vuide, l'air diſſéminé dans ſon ſang ſe développe, ſe met en petits globules & obſtrue les petits vaiſſeaux ; vous rendrez cette conjecture plus que vraiſemblable, par l'expérience ſuivante.

Pre-

Prenez un tube de thermometre & pliez-le à la lampe, comme il eſt repréſenté par la *Fig.* 3. Redreſſez les deux bouts perpendiculairement au plan des autres parties, avec un petit évaſement en *c*, dans lequel vous mettrez de l'eſprit-de-vin coloré & un peu chaud, que vous ſucerez doucement par l'autre bout, afin que tout le tuyau s'en rempliſſe ſans interruption. Faites paſſer cela dans le vuide, & vous ferez remarquer qu'il paroît une infinité de petites bulles d'air qui interrompent la continuité de la liqueur, & qui ſe raſſemblent en plus groſſes bulles dans les ſinuoſités.

J'ai ſuppoſé encore dans les mêmes explications, que ce qui fait ſurnager malgré lui, le poiſſon qu'on met dans le vuide, c'eſt l'air qui ſe dilate dans la véſicule, & qui ne pouvant s'y contenir, ſort en groſſes bulles par la bouche du poiſſon; vous ferez voir que cette raiſon eſt fondée, en ouvrant le corps de l'animal après l'expérience; car cette véſicule ſe trouvera toute flaſque, ayant perdu une grande partie de ſon air; & vous la remettrez dans le vuide pour montrer

que

que ce reſte d'air qu'elle contient encore, ſuffit pour tenir cet organe enflé dans un air ſuffiſamment raréfié.

Il eſt à propos de faire voir par une expérience, que les animaux ne rendent point par l'expiration autant d'air qu'ils en prennent par l'inſpiration, ou que l'air rendu par l'expiration a perdu une partie de ſon élaſticité; pour cet effet, enfermez un pigeon dans le récipient de la machine de compreſſion, de ſorte que l'air de dehors ne puiſſe s'y introduire; joignez à la platine de fer un tube recourbé par en-haut & par en-bas, qui porte d'un côté une virole & une vis pour s'attacher à la platine, & de l'autre, un vaſe rempli d'eau colorée, comme on le peut voir par la *Fig.* 4. vous ferez obſerver, que peu-à-peu la liqueur monte dans le tube, ce qui prouve inconteſtablement que le volume ou le reſſort de l'air diminue dans le récipient.

A la ſuite des expériences qui concernent la reſpiration; on feroit bien de montrer un modele du Ventilateur de M. Halles, ou de celui de Deſaguilliers, dont j'ai indiqué la deſcrip-

tion ; ou bien on se contentera de donner une idée de la rénovation artificielle de l'air, en appliquant sur l'ame d'un soufflet à vent continu, soit avec de la colle, soit avec de la cire molle, un entonnoir de bois, au bout duquel on aura lié le col d'une grosse vessie remplie d'air, & au canal du soufflet, une pareille vessie vuide ; car si l'on fait mouvoir les panneaux, on verra que l'air de la vessie pleine, passe dans celle qui n'en contient point, & ceux qui verront cet effet concevront aisément, que par un moyen semblable, ou équivalent, on peut faire passer l'air d'une chambre, ou d'une salle, du dedans au dehors, & donner lieu par-là à celui de l'athmosphere de prendre la place de celui qui sort.

Comme ces expériences donnent lieu de parler des différentes fonctions de l'air qui entre dans les lobes du poumon, & sur-tout de l'action qu'il y exerce pour repousser par la veine pulmonaire, le sang qui est entré par l'artère qui vient du cœur à ce viscère, il conviendroit qu'on eût un cœur préparé en cire, & qui s'ouvrît

pour

pour faire voir les routes que le ſang ſuit dans cette circulation ; au défaut d'une pareille piece, on prendra à la Boucherie un cœur de bœuf, de veau, ou de mouton tout frais, qu'on vuidera & qu'on lavera pour en faire enſuite la diſſection.

Douzieme & Treizieme Expériences.

X. Leçon. I. Section. *Pl. V. Fig.* 30 & 31.

Le chaſſis de métal dont il eſt fait mention dans la *Préparation* de la treizieme Expérience, eſt une piece plate de cuivre coulé, qui a un pouce de largeur ſur ſix pouces de longueur ; elle eſt percée au milieu pour entrer ſur la vis de la machine pneumatique, où elle s'arrête avec un écrou, (*D*, *Fig.* 5.) qui la preſſe. A droite & à gauche du trou ſont deux rainures à jour, dans leſquelles on fait gliſſer les deux montans *E*, *E*, pour les approcher ou les reculer l'un de l'autre, & qui s'arrêtent auſſi avec une vis *F*, qui trouve ſon écrou dans le quarré *e*, & dont la tête qui eſt toute plate, a un pouce de diametre, afin que la machine toute montée, puiſſe ſe tenir debout ſur une tablette.

La tige du montant eſt plate, mais elle a une baſe circulaire & dreſſée ſur le tour par-deſſous, pour s'appliquer ſur le chaſſis; cette tige doit faire reſſort, c'eſt pourquoi avant de la limer, on aura ſoin de la forger à froid pour lui donner de la roideur. Elle porte un petit cadre *G*, dans lequel on aſſujettit une pierre à fuſil: ce cadre eſt compoſé de deux parties; l'une *g*, qui tient à la tige, & qui forme trois côtés; l'autre *h*, qui eſt mobile, & qui s'attache avec deux vis qui traverſent les deux petits côtés. Chacun des grands côtés porte une joue oblongue, pour préſenter plus de ſurface à la pierre, & l'une de ces deux joues *i* ſe replie d'équerre par derriere la pierre, pour l'empêcher de reculer; & afin que celle-ci ne gliſſe point contre le métal, on la couvre de deux petits morceaux de cuir, de carton ou de feutre, & la preſſion des vis fait le reſte.

La piece entiere, comme *eg*, peut être jettée en fonte, ſur un modele qui aura 4 pouces de hauteur: ſi le Fondeur fait venir les joues, il faudra que celle qui ſe replie d'équerre, ſoit

ſoit droite au modele; & recommandez que le cuivre ne ſoit point aigre, afin qu'on puiſſe la plier après que la piece aura été limée.

La rondelle d'acier qui doit faire feu avec les pierres, ſera trempée auſſi dur qu'on pourra, quoiqu'elle doive être un peu guillochée, il faut éviter qu'elle ait des angles vifs qui uſeroient trop tôt les pierres, & qui rendroient le mouvement trop rude: elle ſera rivée au bout d'une tige de cuivre, longue d'un pouce, & percée d'un bout à l'autre pour gliſſer & s'arrêter à telle hauteur qu'on voudra, ſur la tige quarrée d'une boëte à cuirs qu'on fait tourner avec le rouet. Voyez ce que j'ai enſeigné touchant l'uſage du Rouet, Tome II. *Avis* concernant la dixieme Leçon.

Quand vous voudrez faire la treizieme Expérience, vous commencerez par établir la piece *KEE* ſur la platine de la machine pneumatique, ſans ſerrer ni l'écrou *D*, ni les vis *F*: vous mettrez par-deſſus, le récipient garni d'une boëte à cuirs avec la rondelle d'acier; vous prendrez vos meſures pour placer celle-ci à la hau-

teur des pierres, & pour approcher les montans de maniere que la rondelle en tournant ne se trouvé point trop serrée ; alors vous serrerez l'écrou & les vis, & vous ferez le vuide le plus parfait que vous pourrez, pour faire voir qu'il ne paroît point d'étincelles, ou qu'il n'en paroît que très-peu, & qui n'ont point d'éclat: puis ayant rendu l''air dans le récipient, vous ferez voir qu'il y en a beaucoup, & qu'elles sont très-brillantes. Dans cette expérience il ne faut pas faire aller le rouet d'un mouvement bien uniforme, il est mieux de l'accélérer d'un coup de poignet dans chaque révolution de la roue.

Quatorzieme Expérience.

X. Leçon. I. Section. *Pl. VI. Fig.* 32.

La petite phiole dont est parlé dans cette Expérience, peut être soufflée à la lampe d'Emailleur; un bout de tube gros comme le pouce & scellé par un bout, pourroit servir de même; si l'on est à portée d'une Verrerie, on en fera faire qui soient formées en poires, comme dans la *Fig.* 6. Sur le milieu de la longueur, ou à peu-

près, on attachera avec du maſtic, un cercle de cuivre large d'un demi-pouce, ſur lequel on fera deux petits trous diamétralement oppoſés, pour recevoir les pointes de deux vis qui traverſeront les branches d'une fourchette *L*.

Cette fourchette eſt faite d'une lame de laiton pliée deux fois d'équerre, & rivée par ſa partie du milieu ſur un bouton de cuivre, avec lequel elle gliſſe ſur la tige *M*, & s'y arrête où l'on veut par une vis de preſſion. La tige eſt montée ſur une petite baſe tournée *N*, qui porte à plat ſur les bords d'une couliſſe *Oo*, avec un quarré en deſſous, pour l'empêcher de tourner, & dans lequel entre une vis à tête plate, & large comme aux montans du briquet de l'expérience précédente. Vers l'extrémité *o* de la piece à couliſſe eſt un trou rond qui entre ſur la vis de la machine pneumatique, & qui s'y arrête avec le même écrou dont on ſe ſert pour la piece à couliſſe du briquet: ce même bout *o*, a par-deſſous une épaiſſeur égale à celle de la tête plate de la vis qui arrête la tige *MN*, afin que la

petite machine puiſſe ſe tenir debout ſur une table. Le vaſe *P* a un pouce de profondeur, & 18 à 20 lignes de largeur, ſon épaiſſeur doit être de 3 bonnes lignes. La piece *M*, la couliſſe *Oo*, & le vaſe *P* peuvent ſe faire en cuivre de fonte; mais il eſt abſolument néceſſaire que le vaſe *P*, qui doit aller ſouvent au feu, ſoit fondu en cuivre rouge; on le poſera ſur un morceau de tuile placé au centre de la platine, & l'on aura pris ſes meſures avant de faire le vuide, pour que la phiole en s'inclinant, verſe les grains de poudre qu'elle contient, dans le milieu du vaſe. On appuiera ſur le bout avec une eſpece de palette emmanchée au bout de la tige d'une boëte à cuirs. Il eſt preſque ſuperflu d'avertir que dans cette expérience il faut faire le vuide promptement, pour ne pas donner le temps au cuivre de ſe trop refroidir; mais je ne puis trop dire qu'il faut employer un grand récipient & peu de poudre.

Quinzieme & ſeizieme Expériences.

Je ne vois rien dans ces deux expérien-

périences, qui puiſſe arrêter l'homme le moins exercé en Phyſique, les procédés en ſont ſi ſimples ou ſi connus, qu'il ſuffit de les lire pour les entendre; j'obſerverai ſeulement, 1°. que le bois de chêne qui n'eſt point gras & qui eſt ſans nœuds, étant tourné en boule, & garni d'un crochet pour y ſuſpendre un plomb qui le tienne au fond du vaſe rempli d'eau claire, m'a paru plus propre qu'aucun autre bois, pour faire voir l'air qui ſort des corps ſolides lorſqu'on les met dans le vuide. 2°. Qu'une groſſe noix, aſſujettie avec un peu de cire molle au fond d'un gobelet, avant qu'on y verſe de l'eau, rend à chaque coup de piſton beaucoup d'air par le gros bout, & qu'elle ſe trouve pleine d'eau après l'expérience. 3°. Qu'il ne ſort point d'air des métaux, mais qu'il paroît à leur ſurface beaucoup de petites bulles qu'il faut attribuer à la couche d'air adhérente, dont tous les corps ſolides ſont comme enduits, quand ils ſortent de l'athmoſphere pour entrer dans l'eau. 4°. Que la biere nouvelle vaut mieux que la vieille pour mouſſer dans le vuide. 5°. Que pour bouillir dans le

X. LEÇON. I. Section. *Pl. VI. Fig.* 33. & 34.

vuide, l'esprit-de-vin n'a pas besoin d'être tiéde sans avoir bouilli au feu. 6°. Que quand l'eau tiéde à un certain dégré, a cessé de bouillir dans l'air raréfié, elle recommence à bouillir dans le même dégré de vuide, si elle reçoit un nouveau dégré de chaleur. 7°. Il faut que les vases remplis d'eau ou d'autres liqueurs, qu'on met dans le vuide, soient plus longs que larges, afin que l'air qui part du fond ait plus de chemin à faire pour en sortir, & se laisse voir plus longtemps.

Dix-septieme & dix-huitieme Expériences.

X. Leçon. I. Section. *Pl.* VI. *Fig.* 35.

La tasse de métal de la *Fig.* 35. citée en marge, se fera d'une seule piéce de fer-blanc, ou de laiton fort mince, dont on relevera les bords d'un pouce ou environ, comme aux lampions; on y soudera une petite douille pour y mettre un manche de bois; on fera le petit enfoncement du milieu avec un poinçon fort mousse, qui ne perce point le métal; le petit vase de verre dont on doit couvrir la goutte d'eau, se pourra faire d'un bout dé-

de tube gros comme le doigt & scellé par en-haut. On se servira d'huile d'olives.

Pour recueillir les bulles d'air qui sortent du sucre à mesure qu'il se fond dans l'eau tiéde, si l'on n'a point un verre aussi commode que celui que j'emploie, & qui est représenté dans la Figure citée ci-dessus, on y suppléera par un gros tube d'un pouce de diametre, & de 9 à 10 pouces de longueur, bien bouché par en-haut, & dont le bord soit bien dressé par en-bas; comme il faut qu'il se redresse plein d'eau, vous aurez soin que la cuvette qui la contient soit assez longue pour qu'il puisse s'y coucher entiérement; & vous serez prompt à le relever, dès que vous y aurez introduit le morceau de sucre.

Dix-neuvieme & vingtieme Expériences.

Ces deux expériences ne sont point propres à être répétées dans une Ecole publique; on se contentera d'en rapporter verbalement les résultats, & de renvoyer pour une plus ample instruction, à la *Statique des Végétaux* X. LEÇON. I. Section. *Pl. VI. Fig.* 36 & 37.

de M. Halles, & aux *Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1743. Je crois que les procédés en ſont ſuffiſamment expliqués dans les *Leçons de Phyſique* pour quiconque voudra les faire en ſon particulier; je dirai ſeulement, au ſujet de la dernière, qu'il faut mettre environ une pinte d'eau nouvellement purgée d'air, dans une caraffe capable d'en contenir un quart de plus; & que le tube à double courbure, doit être gros comme le petit doigt, ou à-peu-près, & avoir deux pieds de longueur d'un coude à l'autre.

AVIS

Concernant la ONZIEME LEÇON.

XI. LEÇON. II. Section. Article I. *Pl. I. Fig.* 1.

CET article ne contient que trois expériences, dont la premiere n'a beſoin d'aucun éclairciſſement, après ce que j'en ai dit dans l'endroit cité en marge.

Sur la ſeconde, j'avertis que le ſel qu'on doit mêler avec la glace pilée, eſt du ſel de cuiſine en gros grains, tel

tel qu'il vient du Grenier public: il faut l'employer ſec, une partie contre deux ou trois de glace, & remuer avec une cuiller, afin qu'il ſe mêle mieux: le vaſe de verre peut être un bocal d'Apothicaire, capable de contenir une chopine de liqueur, meſure de Paris.

Pour prouver que le frimât qui s'amaſſe ſur la ſurface extérieure de ce vaiſſeau, eſt de l'eau qui vient de l'air ambiant, vous choiſirez un autre bocal bien net & bien ſec, dans lequel vous puiſſiez faire entrer celui qui doit recevoir le ſel & la glace, de maniere qu'il y ait peu d'intervalle entre l'un & l'autre, & vous boucherez avec de la cire molle, ou autrement, tout accès à l'air extérieur. Si vous êtes à portée d'une verrerie, faites faire de ces vaſes qui n'ayent point de gorges, mais dont les bords ſimplement renverſés & plats puiſſent s'appliquer l'un ſur l'autre; alors vous n'aurez plus beſoin de cire molle.

Quant à la troiſieme expérience, vous employerez, comme je l'ai dit, le plus grand récipient que vous ayez; mais vous y joindrez un ballon moins

gros que de neuf à dix pouces de diametre, c'eſt aſſez qu'il en ait cinq ou ſix. En le prenant de cette grandeur, l'effet ſe répétera plus ſenſiblement trois ou quatre fois de ſuite, avec le même récipient, une fois évacué d'air. La clef du robinet étant percée comme celle de la machine pneumatique, vous pourrez ouvrir une communication entre l'air extérieur & le ballon; en la fermant du côté du récipient; il ne s'agira que de faire une marque à l'un des fleurons de la clef, qui vous indique de quel côté eſt le trou oblique qui va rendre au bout.

Au défaut d'un ballon, vous ferez l'expérience avec un récipient ſimple, plus long que large; mais au lieu de l'appliquer ſur la platine de la machine pneumatique par l'interpoſition d'un cuir mouillé, vous l'y joindrez bien exactement avec un petit cordon de cire molle.

XI. Leçon. II. Section. Artic. II. *Pl. I. Fig. 2.*

Premiere Expérience.

Supprimez l'appareil de cette expérience; prenez ſimplement votre plus grand récipient d'une main par le bouton

ton d'en-haut, frappez légerement avec le plat de l'autre main sur le corps du vaisseau, pour le faire résonner, & approchez vers ses bords un tube de verre, que vous tiendrez par un bout sans le contraindre. Le frémissement de la cloche deviendra très-sensible.

Vous ferez une expérience équivalente à la précédente, avec l'instrument qui est représenté par la *Fig.* 7. *Pl. II.* C'est un timbre de trois pouces de diametre, porté sur un pied de bois par une *S* de cuivre au haut de laquelle est un marteau poussé par un ressort: une fourchette *R*, dont la queue est une vis, s'attache avec un écrou au timbre qui est percé au centre; il faut que les bords du trou soient garnis de part & d'autre d'un petit anneau de cuir, afin que le timbre ne soit touché ni par la fourchette, ni par l'écrou. Par le moyen de cette piece, le timbre se place à demeure sur l'*S* avec un clou rivé.

Le marteau est une petite masse de cuivre ou de fer tournée, le manche est un lévier d'acier qui a son centre de mouvement dans une fourchette *T*,

re-

refendue auſſi par en-bas, pour s'attacher avec une goupille, ſur le haut de l'*S*: ſous cette piece eſt pris un reſſort d'acier *V*, dont le bout *u*, pouſſe la queue du marteau, tandis que l'autre bout le contretient à une ligne près du timbre: de ſorte que quand on abaiſſe avec le bout du doigt l'extrémité *X*, & qu'on le laiſſe échapper, le marteau frappe & ſe rélève à l'inſtant, ce qui laiſſe libres les vibrations du timbre. L'*S*, par en-bas, eſt montée ſur une douille *Y*, pour entrer ſur un pied de bois qui peut avoir quatre pouces de haut.

Vous mettrez une petite pincée de ſablon ou de verre, groſſiérement pulvériſé, dans le timbre, que vous tiendrez un peu incliné, & vous ferez frapper le marteau de deux ſecondes en deux ſecondes, afin d'entretenir le frémiſſement de ſes parties, & le ſablon les rendra ſenſibles à l'œil.

Seconde Expérience.

XI. LEÇON. II. Section. *Artic. II. Pl. I. Fig.* 3.

Pour une Ecole publique, faites cette machine plus en grand; donnez à la piéce *Z z*, *Fig.* 8, quatre à cinq pieds

pieds de longueur ; employez-y une corde comme la plus groſſe des baſſes de viole, & tendez-la par un bout ou par l'autre avec une cheville à tête plate, en la faiſant paſſer ſur deux chevalets élevés d'un pouce au-deſſus du bord ſupérieur de la planche Zz. Cette piece ſera aſſemblée par les deux bouts dans des conſoles, qui excédent par en-haut, pour former les chevalets, & qui faſſent par en-bas de part & d'autre un empattement, au moyen duquel cet inſtrument puiſſe tenir ſur une table ſans ſe renverſer.

Troiſieme Expérience.

Le mouvement d'horlogerie dont il s'agit ici, eſt celui dont j'ai donné la conſtruction, dans les *Avis* ſur la III. Leçon, Tome II. *page* 80, & *ſuiv.* Il n'a qu'un marteau, & non pas deux comme autrefois, parce que j'ai remarqué que le ſon étoit plus net, quand les coups de marteau étoient moins fréquents. Vous attacherez au bout de la tige de la boëte à cuirs, un levier qui faſſe équerre avec elle, & qui atteigne à la détente

XI. Leçon. II. Section. *Artic. II.* *Pl. I.* *Fig.* 8.

te

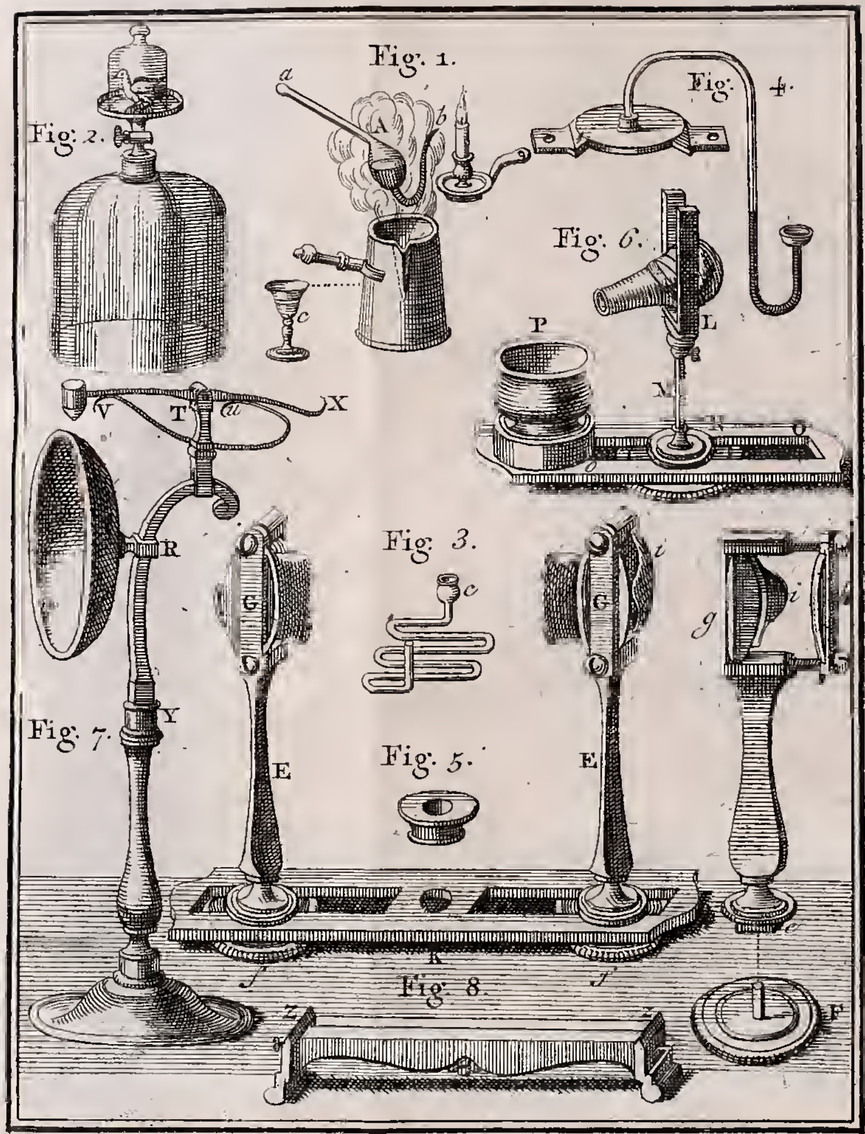
te du rouage, pour le mettre en jeu. Dans cette expérience, il faut faire le vuide le plus parfait qu'il soit possible: vous commencerez par-là; & quand vous aurez fait remarquer qu'on n'entend point le son du timbre, vous laisserez rentrer l'air dans le récipient, & vous observerez qu'on l'entend alors. Pour conserver cet instrument en bon état, il faut avoir soin que le ressort du barillet ne reste point tendu, quand on a fini de s'en servir.

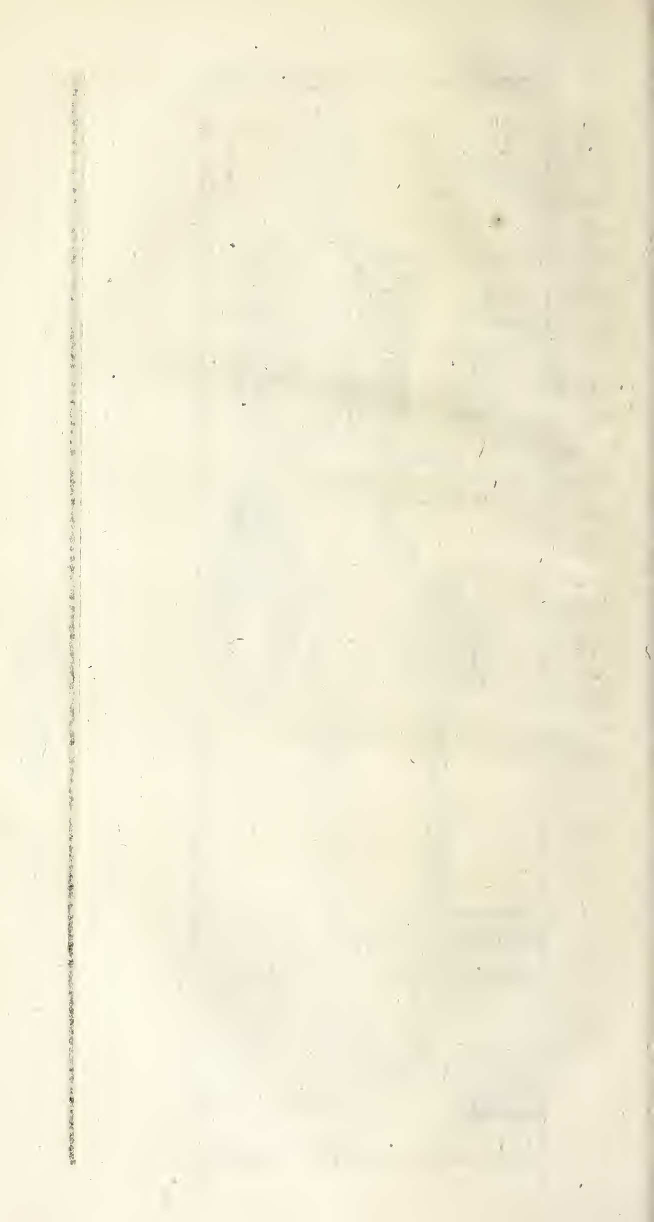
Quatriéme Expérience.

XI. Leçon. II. Section. *Art. II. Pl. I. Fig. 9.*

C'est une affaire que d'avoir trente pintes d'eau, nouvellement purgée d'air, on pourra s'en dispenser en annonçant, sur la foi des Auteurs qui en ont fait l'épreuve, que le résultat de cette expérience est sensiblement le même, soit que l'eau dans laquelle on plonge le corps sonore, ait été purgé d'air ou non.

On pourra se servir d'une montre à réveil, si l'on en a une en sa disposition, en suivant ce que j'ai enseigné dans la *préparation* de cette expérience; sinon l'on construira une ma-


Fig. 1.
a
A
b
c
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 6.
P
L
M
N
O
o
V
T
u
X
R
G
E
Fig. 3.
c
Fig. 5.
G
E
i
g
i
Y
Fig. 7.
R
f
f
e
Fig. 8.
z
F



machine, telle que je vais la décrire.

C'eſt un rouage entre deux platines de cuivre quarrées, dont les côtés ont chacun deux pouces, aſſemblées parallelement entre elles par quatre piliers de dix lignes de longueur, placés aux quatre coins, & retenus avec des goupilles.

La premiere piece eſt un barillet *A*, *Pl. III. Fig.* 1. de treize lignes de diametre ſur cinq de hauteur, contenant un reſſort un peu plus fort que celui d'une montre ordinaire, & portant à ſa baſe une roue *B*, de quarante dents. Son axe traverſe de part & d'autre les platines, avec des portées qui le contiennent dans ſa place: on a formé ſur la partie de cet axe qui excede la platine d'en-bas, un quarré qui porte une roue *C*, de huit lignes de diametre, dont la denture, taillée en rochet, répond à un cliquet, comme cela ſe pratique dans l'horlogerie. Cette roue a ſur une de ſes faces, deux oreilles par leſquelles on la fait tourner à la main pour montrer le reſſort du barillet.

La roue du barillet s'engrene dans un pignon d'acier qui a huit aîles, &

fait

fait tourner avec lui une roue *D* qui a quarante-huit dents; celle-ci s'engrenant dans un autre pignon de huit, mene une troisieme roue *E*, qui a trente dents, taillées en rochet, & qui met un marteau en mouvement, dans un timbre établi sur la platine d'en-haut.

Le marteau *F*, est monté sur une petite piece triangulaire *G*, mais dont les angles sont très-arrondis; s'ils ne l'étoient pas, son plan seroit un triangle isocele, dont la base *f g*, auroit cinq lignes & demie, & la hauteur *h i*, six lignes & demie. Cette piece a trois lignes d'épaisseur; elle tourne, ou plutôt elle balance sur un axe placé en *k*, à-peu-près au milieu d'un des grands côtés, & la queue du marteau est fixée vers *f*. Elle porte en-dessous deux petites chevilles d'acier *n*, *o*, qui répondent aux points *l* & *m*; ces deux chevilles soulevées alternativement par les dents de la roue *E*, qui sont taillées en rochet, font l'office d'un échappement, & en faisant balancer la piece *G*, elles font frapper contre le timbre la boule de métal qui sert de marteau, & dont on in-

incline la queue autant qu'il le faut, pour qu'il le touche légérement : on imagine bien que la platine ſupérieure doit avoir une ouverture qui laiſſe un paſſage & le jeu libre au manche du marteau.

Le timbre eſt un hémiſphere de vingt lignes de diametre; il eſt percé au centre de ſa concavité, & porté par une eſpece de coq *H*, attaché avec deux vis ſur la platine ſupérieure du rouage; ce coq a par en-haut, une partie avancée *P*, ſur laquelle eſt rivée une vis de fer longue de neuf à dix lignes, avec une aſſiette épaiſſe de deux lignes, & couverte d'un anneau de cuir; on y place le timbre, & on l'y arrête avec un écrou de deux ou trois lignes d'épaiſſeur, & garni d'un cuir par-deſſous : il faut préparer un autre écrou de ſept à huit lignes de longueur, taillé à pans, qu'on maſtiquera dans le bouton creux d'un petit récipient, pour y attacher la machine, par le moyen de la vis Q qui ſurmonte le timbre ; & il faut choiſir pour cela un récipient qui n'ait que la largeur néceſſaire pour contenir la cage du rouage, mais dont les

bords

bords ſoient de deux bons pouces au-deſſous, quand il eſt attaché dedans.

Quand le reſſort du barillet eſt monté, on arrête le mouvement par le moyen d'un tourniquet *R*, composé d'une petite lame de cuivre qui fait reſſort ſur la platine, & qu'on fait tourner avec un bouton placé en-deſſous. Cette piece a une partie relevée d'équerre en *r* & qui entre dans les dents de la roue *E*; on la fait reculer, quand on eſt prêt à plonger la machine dans l'eau: ainſi un récipient à bouton creux de trois pouces & demi de diametre ſur quatre pouces de hauteur au-deſſous du bouton, ſera très-bon pour cet uſage.

Quand vous plongerez cette machine, vous tiendrez le récipient par ſon bouton, & vous le ferez deſcendre perpendiculairement & doucement dans l'eau, afin que l'air qu'il contient n'en puiſſe pas ſortir, & qu'il empêche que le rouage ne ſe mouille: ſi vous avez un vaſe de cryſtal qui puiſſe ſeulement contenir dix à douze pintes d'eau, vous vous en ſervirez, plutôt que d'un ſeau ou de tout autre vaiſſeau opaque.

Cin-

Cinquième Expérience.

Servez-vous pour cette expérience, de la machine de compreſſion que j'ai décrite, dans *la ſuite des Avis* ſur la dixieme Leçon, *page 9 & ſuiv.* En attachant ſur la vis qui eſt au centre de la platine, une ſonnette de bureau, montée de maniere qu'elle puiſſe ſonner, quand on agitera un peu la machine : celle dont je me ſers, & qui eſt repréſentée par la *Fig.* 2. eſt ſuſpendue par des fils de ſoie ou de laiton tendus entre les deux branches d'une fourchette de métal, qui doivent être un peu roides. La partie d'en-bas, d'où partent les deux branches, & qui eſt circulaire, a dix-huit lignes de diametre, avec un trou taraudé au milieu, pour entrer ſur la vis de la machine de compreſſion, & elle eſt élevée & rivée ſur une baſe de cuivre ou de plomb tournée, qui a un peu plus de largeur qu'elle, & cinq à ſix lignes d'épaiſſeur : ce qui fait que cette petite machine ſe tient droite ſur les tablettes où on la poſe, quand elle ne ſert point.

XI. LEÇON. II. Section. Art. II. *Pl. II. Fig.* 10.

Vous ferez cette expérience, autant

tant que vous le pourrez, dans un lieu clos & éloigné du bruit ; vous commencerez par condenſer l'air fortement, après quoi vous ferez ſonner, en vous reculant peu-à-peu des auditeurs, juſqu'à ce qu'ils entendent à peine la ſonnette ; alors, ſans changer de place, vous laiſſerez ſortir l'air condenſé, & le ſon que l'on entendoit encore un peu, ne s'entendra plus du tout ; vous pourez faire l'expérience de l'autre façon, c'eſt-à-dire, en faiſant obſerver qu'on entend diſtinctement à une certaine diſtance, avec l'air condenſé, le ſon qu'on n'entendoit plus lorſqu'il ne l'étoit pas encore.

Le Porte-voix dont il eſt fait mention à la ſuite de la cinquieme Expérience, eſt un ouvrage de Ferblantier : on peut le faire de telle grandeur qu'on voudra ; plus il ſera long, avec une largeur proportionnée, plus ſon effet ſera grand ; mais à meſure qu'on augmente ſes dimenſions, il devient plus embarraſſant & moins maniable ; les miens ont cinq pieds de longueur, & leur plus grand évaſement eſt de quatorze pouces ; voyez la *Fig.*

3. *A*,

3. *A*, eſt une embouchure ovale qui a dix-huit à vingt lignes dans ſon plus grand diametre ; immédiatement au-deſſous eſt un étranglement qui eſt rond, & qui n'a que neuf à dix lignes; après cela, l'inſtrument prend vingt lignes de diametre, & augmente peu-à-peu juſqu'à trois pouces ſur les trois premiers pieds de ſa longueur; enfin l'évaſement devient plus ſenſible & ſuit une courbe *B C D*, que je n'ai aſtreinte à aucune loi.

L'ouvrier pourra faire les trois premiers pieds du porte-voix de quatre pieces ſoudées bout à bout les unes des autres avec des cordons qui ſerviront d'ornemens ; le reſte ſe fera avec des zones plus étroites, ſoudées & ornées de même : & ſi l'on veut que l'inſtrument tienne moins de place en hauteur, on pourra le couper en *E*, & faire la piece d'en-haut longue comme *A C*; alors étant paſſée par dedans celle d'en-bas, & étant tirée un peu bruſquement, elle s'arrêtera en *B E*, pour le temps pendant lequel on fera uſage de l'inſtrument, après quoi, en appuyant deſſus de haut en bas, on la fera deſcendre ; & ſi l'on vouloit qu'el-

le ne pût jamais ſortir tout-à-fait, on pourroit l'en empêcher, en ſoudant vers le haut, un cercle plat comme *F*, un peu plus large que l'ouverture de la piece en *E*.

Il faut recommander au Ferblantier de planer les feuilles qu'il employera à conſtruire le porte-voix, non-ſeulement parce qu'il ſera plus propre & moins ſujet à ſe ſalir, mais parce que le métal en deviendra plus roide & plus élaſtique, qualité qui contribue beaucoup à l'effet de cet inſtrument.

Pour donner une idée de l'organe de l'ouïe & de ſes fonctions, il faudroit ſe procurer une oreille artificielle, en cire ou en quelque autre matiere, dont les différentes parties puſſent ſe ſéparer & s'ouvrir; il y a aſſez ſouvent dans les grandes villes comme Paris, Londres, &c. des gens inſtruits & adroits qui préparent de ces pieces imitées d'après les diſſections anatomiques, & qui veulent bien, moyennant une certaine rétribution, en céder aux perſonnes qui en ont beſoin.

Il s'en faut bien que les cornets acouſtiques rendent autant de ſervice

aux

aux personnes qui n'entendent pas bien, que les lunettes à celles qui ont la vue affoiblie; cependant il faut faire connoître cet instrument, & montrer comment on s'en sert.

G, *Fig.* 4. est un entonnoir parabolique, ou à-peu-près, qui a deux pouces & demi d'ouverture, & au fond duquel est un trou rond de sept à huit lignes de diametre; sur les bords de ce trou en dehors est soudée une virole longue de six à sept lignes, un peu en dépouille, pour entrer juste & à frottement dans le bout recourbé du canal *Hi*; ces deux pieces séparées, se portent dans la poche, & quand on en veut faire usage, on les joint, & l'on place le bout *H* au bord du canal auditif, en tournant l'ouverture de l'entonnoir vis-à-vis la personne qui parle, & qu'on veut entendre.

Ordinairement on fait les cornets acoustiques avec du ferblanc ou avec des feuilles de laiton proprement planées; on les peut également faire d'argent; on les pourroit aussi tourner en buis & en yvoire, &c. mais de quelque matiere qu'on les fasse, il faut avoir

ſoin que la ſurface intérieure ſoit dure, réguliere & bien polie.

Sixieme Expérience.

XI. Leçon. II. Section. Art. II. *Pl. IV. Fig.* 22.

Le ſonometre eſt aſſez bien repréſenté dans la figure qui eſt citée en marge; je vais indiquer ici quelques changements à faire dans la *préparation* de l'expérience, & quelques éclairciſſements dont on pourroit avoir beſoin.

Les pieces qui doivent former les quatre côtés de la caiſſe auront trois pouces & demi de hauteur, & avant de les aſſembler l'on y fera deux feuillures, l'une pour mettre le fond qui affleurera; & l'autre un peu plus creuſe, pour recevoir la tablette de ſapin qui fait le deſſus de l'inſtrument, & qui doit laiſſer au-deſſus d'elle un rebord qui excede d'une bonne ligne: ſur ce rebord ſera collé un cadre formé avec quatre regles minces & larges de neuf à dix lignes, orné en-dehors d'un petit quarré & d'un quart de rond, & dont le bord intérieur avance de deux lignes ſur la largeur de la table, pour former une couliſſe entre elle & lui.

Cha-

Chaque côté long du cadre, dans la partie comprise entre les deux chevalets fixes, sera peint en blanc & divisé par cinq lignes, dont une marquera la moitié de la longueur, une seconde marquera les deux tiers, celle d'après les trois quarts, la suivante les $\frac{4}{5}$, & la derniere les $\frac{5}{6}$. Voyez la *Fig.* 5 qui représente le dessus du sonometre. C'est vis-à-vis de ces divisions qu'il faut placer le chevalet mobile, quand on appuye avec le bout du doigt sur l'une des deux cordes, pour la mettre dans le rapport d'un à deux, de deux à trois, de trois à quatre, &c. avec l'autre dont la longueur demeure entiere.

Au lieu de cordes à violon, j'ai reconnu qu'il valloit mieux employer des cordes de laiton, telles que celles qu'on met aux clavecins; les Quinquailliers en vendent de toutes grosseurs, il faut en prendre du même numéro pour en faire deux semblables, & qu'elles soient assez fortes pour souffrir sans se casser, une tension égale à dix ou douze livres. Vous en mettrez avec ces deux-là une troisieme qui sera un peu plus grosse ou plus

 fine,

fine, pour faire voir qu'avec le même dégré de tension & la même longueur, elle rend un son plus grave ou plus aigu que les autres, & vous placerez celle-ci entre les deux premieres.

Les trois cordes s'attachent d'une part à trois leviers angulaires dont je vais parler, & qui sont placés à l'un des bouts de l'instrument, elles sont tendues par des chevilles semblables à celles des violons, qui tournent à frottement dur à l'autre extrêmité. Vous aurez soin de recuire la partie de la corde qui passe dans l'œil qui est au bout de son levier, & que l'on tortille ensuite, afin qu'elle ne casse point, quand vous viendrez à la tendre fortement.

Les trois leviers angulaires comme *L*, ont deux bras égaux, dont chacun a deux pouces de longueur, avec un trou fraisé au bout ; ils ont à leur angle, qui est arrondi, un moyen assez long, pour qu'il y ait d'un levier à l'autre la distance d'un bon pouce: ils sont tous trois enfilés sur un même axe, qui est de fer, avec un quarré à chaque bout, pour être pris par deux petites équerres attachées

avec

avec des vis au bout du ſonometre. Il faut que le bras du levier auquel on attache la corde, ſoit un peu plus bas que l'arrête du chevalet fixe.

Ces leviers, avec leurs moyeux, peuvent être coulés en cuivre d'une ſeule piéce chacun; alors il faut avoir ſoin de battre à froid les branches, pour leur donner de la roideur; ſinon on les découpera dans une plaque de laiton, & l'on percera vers l'angle, un trou pour les ſouder ſur un canon tourné, de longueur convenable, & l'on écrouïra les branches avant de les limer.

Le chevalet mobile eſt un priſme triangulaire rectangle avec deux languettes à ſa baſe, pour entrer dans des rainures pratiquées entre les grands côtés du cadre & la table de ſapin; il faut qu'il gliſſe aiſément d'un bout à l'autre du ſonometre, & que ſon arrête ſoit à deux lignes au deſſous des cordes.

Il faut encore que cet inſtrument ſoit aſſorti d'un certain nombre de poids égaux, qui puiſſent s'appliquer commodément aux leviers angulaires, pour produire ſur les cordes des dégrés de tenſion connus. Je les fais ordinai-

rement d'une livre chacun, & je les enfile ſur des lames de métal, terminées par en haut en crochet, comme *N*, pour s'attacher aux bras des leviers. Voici comment je les prépare.

Dans un moule de bois ou de ſable, je coule un peu plus d'une livre de plomb qui me donne une molette cylindrique dont le diametre a dix-huit lignes; & pour n'avoir pas la peine de la percer, j'arrête au fond & au milieu du moule, une lame de bois qui s'éleve perpendiculairement juſqu'à la hauteur du bord. Quand le métal eſt refroidi, je fais paſſer une lame de fer à la place de celle de bois, & je forge un peu la piece deſſus, afin que cette rainure à jour s'uniſſe également par-tout : après quoi je lime les deux faces & le pourtour, juſqu'à ce que la molette peſe exactement une livre; en procédant ainſi, j'en fais treize ſemblables.

Je prépare enſuite deux lames de fer à crochets, longues de dix pouces, ſur leſquelles mes molettes puiſſent s'enfiler aiſément; j'en rive une au bout d'en-bas de chacune de ces lames, ayant ſoin de diminuer ſur le plomb

plomb, le poids du fer auquel je le joins; avec cet assortiment, je puis tendre deux cordes avec des poids qui soient entre eux comme quatre à neuf, & faire voir que les tons qui en résultent (si les cordes sont semblables d'ailleurs), forment cet accord qu'on nomme *la quinte*; si l'on veut faire voir par la quarte, la tierce majeure ou la tierce mineure, que les accords suivent toujours la racine quarrée des puissances qui tendent les cordes; ou il faudra prendre des cordes plus fortes, ou diviser la quantité de plomb employée dans mes treize poids, en un plus grand nombre de mollettes; ce que l'on fera aisément en suivant le procédé que je viens d'enseigner.

Quand il s'agira des accords qui résultent des différentes longueurs des cordes, commencez par mettre bien à l'unisson les deux cordes de même n°. en tournant les chevilles plus ou moins; ensuite faites passer successivement le chevalet mobile aux divisions, & à chacune d'elles, mettez le bout du doigt sur la corde, pour la serrer contre le chevalet, & pincez légérement, ou avec une épingle, ou avec le bout

doigt, celle des deux cordes qui a toute sa longueur; & immédiatement après, la plus longue partie de celle que vous avez raccourcie.

Lorsqu'il s'agira des sons résultans des différents degrés de tension, lâchez vos cordes, jusqu'à ce que les bras des leviers auxquels elles tiennent soient dans une direction verticale, & alors assurez bien les chevilles, pour qu'elles ne cédent plus. Appliquez les poids qui conviennent à l'expérience, & pincez les deux cordes l'une après l'autre. Si les sons étoient trop graves à cause de la longueur de l'instrument; raccourcissez-les toutes deux également, en les appuyant avec deux doigts sur le chevalet mobile.

Faites voir qu'un corps sonore met en vibrations, par le moyen de l'air environnant, un autre corps sonore, pourvu que les vibrations de celui-ci soient rentrentes avec les siennes, après un petit nombre; mettez les deux cordes semblables à l'unisson l'une de l'autre; posez sur l'une des deux une petite bande de papier, ou une épingle pliée de maniere que les deux bouts pendent parallelement, & faites résonner

ner l'autre corde: le papier ou l'épingle, par ses mouvements, rendra très-sensible le frémissement de la corde qui en est chargée.

Des Vents.

A l'occasion de ce que l'on peut dire dans une Ecole de Physique, sur les vents, il faudroit avoir en modele quelques-unes au moins des machines qui servent à en faire connoître la direction & la force; en voici deux qu'on peut faire aisément, & qui n'exigent pas une grande dépense.

Pp, *Fig.* 6. est une planche chantournée & bien unie, qui a environ vingt pouces de hauteur, & huit pouces au plus large, sur laquelle on a peint un cadran des vents; cette planche est traversée au centre du cadran, par l'axe d'une roue qui a trois pouces & demi de diametre, & qui est soutenue par un coq; une autre roue *r* à chevilles, & de même grandeur, s'engrenne dans la premiere, & fait tourner une aiguille *s*, qui parcourt le cadran. Les dents de ces deux roues ne sont point assujetties à un certain

nombre, mais il faut qu'elles en ayent autant l'une que l'autre; dans le modele que je décris, elles en ont chacune quarante-ſix.

La tige de la roue *r*, qui eſt verticale, a par en-bas un pivot qui tourne librement dans une petite platine de cuivre attachée ſur la traverſe *Tt*, & elle eſt priſe au-deſſus de la roue par un coq qui l'empêche de remonter: elle eſt limée quarrément par le bout d'en-haut, & elle reçoit une autre tige au bout de laquelle eſt fixée une girouette; il eſt aiſé de voir que quand la girouette tourne, elle mene la roue *r*, qui fait faire à la roue *q* autant de révolutions qu'elle en fait elle-même; l'aiguille *s*, montée ſur un petit canon qui fait reſſort, eſt placée ſur le bout de l'axe qui déborde un peu le cadran, elle fait par ce moyen autant de tours que la girouette, & indique ſur le cadran, les différentes directions du vent ſur l'horiſon, quand la machine eſt faite en grand, & que la girouette eſt expoſée en plein air.

La machine que je viens de décrire, ſert à indiquer les différentes di-

rections du vent ; en voici une qui en pourra faire connoître la force: *A a*, *Fig*. 7. est une planche qui a un pied en quarré ; la tige *B*, au bout de laquelle elle est attachée par le milieu, est aussi quarrée ; elle entre & glisse librement dans une boîte longue *C*, qui est fermée en *D* ; entre le bout de la tige *B* & le fond *D*, est un ressort à boudin, qui cede quand on pousse la planche ; & afin qu'on ait le tems de voir de combien le ressort a été plié par le dégré de force avec lequel la planche a été poussée ; un des côtés de la tige *B*, est taillé en cremaillere, & chaque dent, en entrant dans la boîte, souleve une petite bride à ressort foible, qui retombe aussi-tôt & l'empêche de revenir ; de sorte qu'on peut voir tout à son aise par le nombre des dents qui sont entrées, ou par des marques faites sur un des côtés de la tige, de combien la planche a cédé à la force impulsive qu'on a fait agir sur elle.

Pour évaluer par des poids connus cette force impulsive, on tiendra la boîte & la tige dans une situation verticale, & l'on placera sur la planche suc-

ſucceſſivement des poids qui iront en augmentant, comme les nombres naturels 1, 2, 3, 4, 5, &c. & en marquant par un chiffre, ſur un des côtés de la tige l'endroit qui répondra alors à l'entrée de la boîte; quand cette graduation ſera faite, ſi l'on tient cette machine à la main, de maniere que la face antérieure de la planche ſe préſente perpendiculairement à la direction du vent, on pourra eſtimer ſa force actuelle, par le chiffre qui ſera arrivé au bord de la boîte.

Le reſſort à boudin ſera fait avec un fil d'acier tourné en tire-bourre, & il faudra qu'il ſoit trempé, afin qu'il conſerve plus long-temps ſon dégré d'élaſticité; la boîte ſe fera de deux pieces, dans chacune deſquelles on creuſera de quoi loger la moitié du quarré de la tige, & que l'on collera enſuite à plat-joint, avec un lien de métal, ſi l'on veut, au bout qui reçoit la tige; le fond, que l'on collera à feuillure en *d*, ſuffira pour aſſurer la jonction des deux pieces.

Cette machine ne meſurera point avec une grande préciſion, la force actuelle du vent; mais comme cette force

force varie elle-même d'un instant à l'autre, on peut se contenter d'un à-peu-près.

Dans une Ecole publique, il seroit très-convenable de montrer en modeles quelques-unes des machines utiles que le vent fait mouvoir. Le moulin à quatre aîles verticales, le moulin à la Polonoise, les ventilateurs, quelques-especes de bâtiments de mer, &c.

AVIS

Concernant la DOUZIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

SUIVEZ pour la manipulation de XII.
cette expérience, tout ce qui est LEÇON.
indiqué dans l'endroit cité en marge; I. Sect.
& pour les drogues qu'il faut y employer, consultez sur chacune, la seconde partie de cet Ouvrage, *Tome I.*



Seconde

Seconde Expérience.

XII. Leçon. I. Sect. *Pl. I. Fig.* 1 & 2.

Dans cette Expérience il y a principalement deux effets à observer. Le premier est, que l'eau commune augmente d'un $\frac{1}{24}$ en volume, lorsqu'étant froide comme la glace, on la fait chauffer jusqu'à ce qu'elle commence à bouillir ; le second, que cette même eau, lorsqu'elle n'est plus chargée du poids ordinaire de l'atmosphere, parvient à l'ébullition avec un dégré de chaleur beaucoup moindre que celui qui l'a fait bouillir dans l'air libre. La manipulation sera plus simple & plus aisée, si vous vous y prenez de la maniere suivante.

Choisissez un matras dont la boule ait environ deux pouces $\frac{1}{2}$ de diamétre, avec un col gros comme le petit doigt & long de douze à quatorze pouces; placez-le dans une cuvette remplie de glace pilée, & à côté de lui un vase rempli d'eau claire; une demi-heure après, prenez de cette eau refroidie avec un chalumeau de verre renflé au milieu, que vous emplirez entiérement, en aspirant avec la bouche; & faites ensorte qu'une telle

telle meſure vuidée vingt-cinq fois dans le matras, le rempliſſe juſqu'à la hauteur de deux ou trois doigts au-deſſus de la naiſſance du col: il faut pour cela être muni d'un certain nombre de ces chalumeaux, un peu plus grands les uns que les autres, & les éprouver juſqu'à ce qu'on en trouve un qui convienne. Nouez un fil ciré ſur le col du matras à l'endroit où finit la vingt-cinquieme meſure: ajoûtez-en une vingt-ſixieme, & marquez-la encore avec un pareil fil; après quoi vous ôterez cette derniere meſure d'eau, ſoit en inclinant le matras, ſoit en la pompant avec un chalumeau.

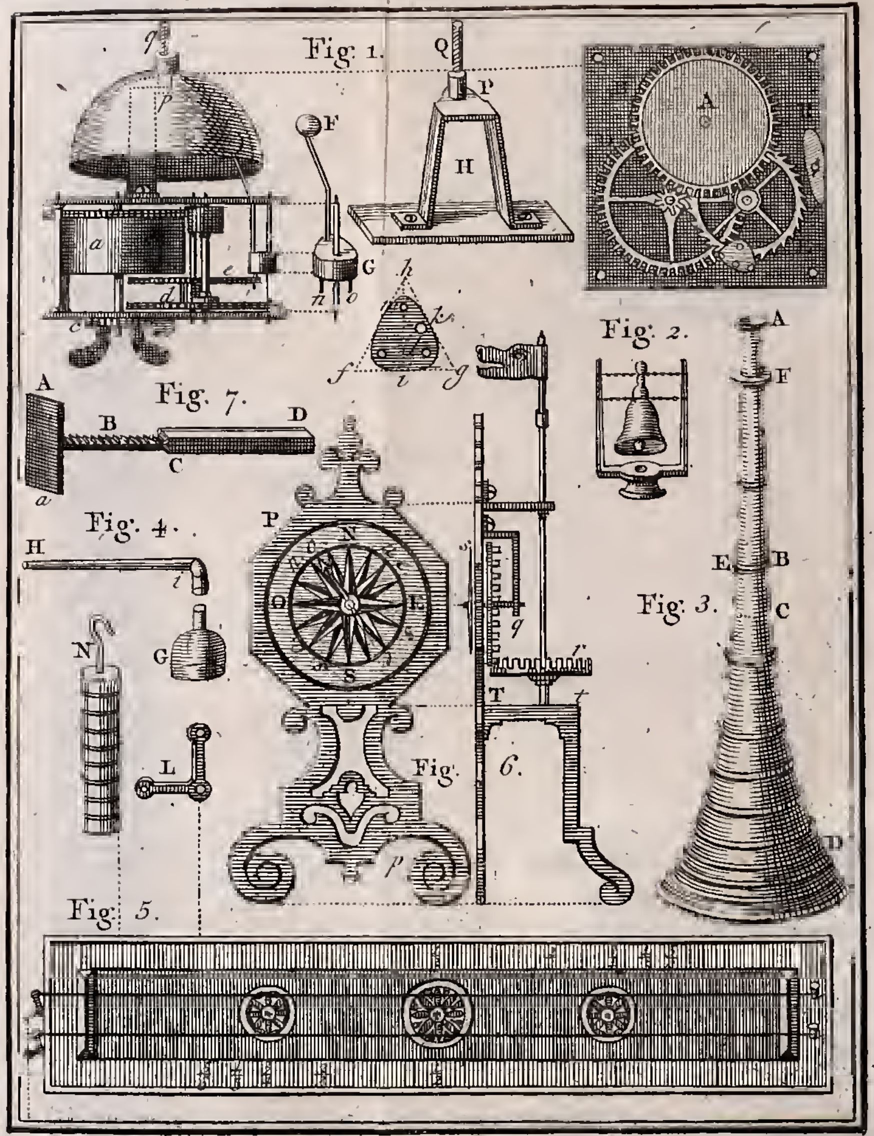
Cela étant fait, tirez le matras hors de la glace, & après l'avoir eſſuyé par-dehors, tenez-le à cinq ou ſix pouces de diſtance, au-deſſus d'un réchaud plein de charbons bien allumés, qui ne faſſent ni flamme ni fumée, en l'élevant & l'abaiſſant fréquemment, juſqu'à ce que le verre & l'eau ayent acquis un dégré de chaleur un peu fort; après quoi vous pourrez l'approcher plus près du feu, ſans crainte de caſſer le vaiſſeau: quand l'eau commen-

men-

mencera à bouillir, ſoyez attentif à éloigner le matras du feu, parce qu'une forte ébullition feroit ſortir l'eau par le haut du col; mais quand cela ſera tout prêt à arriver, vous ferez voir que l'eau, dans cet état, eſt montée juſqu'au ſecond fil, ce qui prouve que ſon volume eſt augmenté d'un $\frac{1}{27}$: & ſi vous laiſſez enſuite bouillir cette eau librement, en y plongeant un petit thermometre gradué ſelon l'échelle de M. de Réaumur, vous ferez voir que la liqueur monte juſqu'à quatre-vingt degrés.

Quand on plonge un thermometre d'eſprit-de-vin dans l'eau bouillante, il faut le faire avec précaution, & par pluſieurs immerſions de peu de durée; car, comme cette liqueur bout à une moindre chaleur que l'eau, l'inſtrument court riſque de ſe caſſer; il ſeroit plus sûr d'employer un thermometre de mercure, mais s'il ſuit celui d'eſprit-de-vin dans les degrés inférieurs, il le précede de cinq à ſix degrés dans ceux d'en-haut, de ſorte que le terme de l'eau bouillante dans l'air libre, ſe trouve à quatre-vingt-cinq ou quatre-vingt-ſix, ou même un peu plus.

Pour


Fig. 1.
Q
P
F
H
A
G
a
e
d
n
o
h
m
k
f
i
g
Fig. 2.
A
F
Fig. 7.
A
B
D
C
a
Fig. 4.
H
i
G
N
L
P
N
O
E
S
T
Fig.
6.
q
r
t
p
E
B
Fig. 3.
C
D
Fig. 5.

Pour produire l'autre effet, c'est-à-dire pour faire voir qu'il ne faut qu'une très petite chaleur pour faire bouillir de l'eau qui n'est plus chargée du poids de l'atmosphere, joignez au récipient de la machine pneumatique un siphon de verre *A*, *Pl. IV. Fig.* 1. & à ce siphon un matras *B*, de maniere que l'air ne puisse point passer par les jonctions. Cela peut se faire avec des douilles de métal, comme *C*, *D*, qui s'attachent sur le verre avec du mastic, l'une ayant une vis & l'autre un écrou pour la recevoir, avec un anneau de cuir gras interposé.

Mettez de l'eau dans le matras jusqu'aux deux tiers de sa capacité; appliquez le récipient à la machine pneumatique, & donnez cinq à six coups de piston pour raréfier l'air; tandis que vous faites agir le piston, que quelqu'un porte une caffetiere *E* pleine d'eau fort chaude sous le matras, & qu'il l'y fasse plonger à plusieurs reprises; bien-tot après, l'eau bouillira fortement; & si vous séparez le matras du siphon, vous ferez voir que cette eau versée dans la main, n'est qu'un peu plus que tiede.

Le ſiphon dont il s'agit ici eſt fait avec un tube de verre un peu épais, & gros comme le doigt; on le plie à la lampe d'Emailleur, ou bien on fait rougir dans des charbons allumés l'endroit qu'il faut couder, comme je l'ai enſeigné *Tome I, page* 206. Quand on viſſe ces pieces les unes aux autres, il faut les ſaiſir par leurs viroles; ſans cela on riſqueroit de les caſſer, ou de détacher le maſtic. Pour donner plus de priſe à la main, on fera bien de limer les viroles à pans par dehors.

Troiſieme Expérience.

XII. Leçon. I. Sect. *Pl. I. Fig.* 3.

La boîte cylindrique de métal, dont il eſt parlé dans la *préparation* de cette expérience, eſt ce qu'on appelle communément la *marmite*, ou *le digeſteur de Papin*: on peut faire cette machine dans différentes vues; on peut la deſtiner à faire des expériences phyſiques, qui prouvent que l'eau peut s'échauffer de beaucoup au-delà du degré de chaleur qu'elle peut prendre quand elle eſt dans un vaiſſeau qui communique avec l'air libre; ou bien on peut s'en ſervir comme d'un

moyen

moyen pour cuire ou amollir promptement quelque matiere végétale ou animale, pour tirer de ces matieres des fucs utiles, foit pour la nourriture des animaux, foit pour le fervice des arts : la premiere de ces deux deftinations exige que la machine foit capable d'une très-grande réfiftance ; avec une grandeur médiocre, qui la rende maniable, il faut qu'elle foit très-épaiffe de métal, & fermée avec des précautions qui mettent hors de danger le Phyficien qui la met en œuvre & le Spectateur qui attend fon effet. La feconde deftination, je veux dire l'ufage économique qu'on en voudroit faire, peut avoir lieu avec une machine de cette efpece, dont le métal feroit moins épais, & qui feroit fermée avec moins de force, ayant moins d'effort à foutenir ; elle auroit plus befoin d'une grande capacité, & on pourra la lui donner aux dépens de fon épaiffeur. Comme il ne s'agit ici que de Phyfique, je vais donner la conftruction d'un digefteur, avec lequel on pourra, fans danger, pouffer fort loin la chaleur de l'eau, & je renvoie le lecteur qui voudra faire fer-

vir

vir cette espece de marmite à la cuisine, ou dans les arts, aux écrits que Papin a publiés lui-même, ou qui peu de tems après l'ont été par d'autres; on en trouve encore assez aisément des exemplaires (a), ou plutôt à une Brochure imprimée en 1761 à Clermont-Ferrand, par la Société des Belles-Lettres, Sciences & Arts de cette ville, sous ce titre: *Mémoire sur l'usage économique du Digesteur de Papin*, *&c.* Cet ouvrage est celui de la charité, & d'une sagacité également courageuse & éclairée; il contient les efforts les plus heureux qu'on ait fait jusqu'à présent, pour rendre cette invention utile.

Le digesteur dont je me sers depuis 30 ans dans mes Cours de Physique, & avec lequel la chaleur de l'eau a été portée plusieurs fois jusqu'au point de laisser fondre l'étamure intérieure du vaisseau; ce digesteur, dis-je, est de

(a) *La maniere d'amolir les os, ou de faire cuire toutes sortes de viandes en fort peu de tems & à peu de frais, &c.* nouvelle édition revue & augmentée d'une deuxieme Partie: in-12, à Amsterdam, 1688.

de cuivre jaune coulé; il eſt preſque cylindrique, c'eſt-à-dire, qu'il va un peu en dépouille de haut en bas; il a intérieurement huit pouces de profondeur, ſur quatre & un quart de largeur, & il eſt par-tout épais de ſix lignes, avec un cordon *A*, *Fig.* 2, qui a ſix à ſept lignes de largeur, & preſque trois d'épaiſſeur; au-deſſus de ce cordon eſt un évaſement *B* qui a environ deux pouces de hauteur: cette partie étant beaucoup plus mince que le reſte, laiſſe au bord du digeſteur preſque toute ſon épaiſſeur à decouvert, comme on le peut voir en *bb*, par la figure qui repréſente la coupe de cet inſtrument. Ce bord qui eſt coupé bien droit, reçoit un couvercle *C*, qui entre en partie dans le digeſteur, & dont le cercle excédent, dreſſé de même ſur le tour, s'applique ſur lui & y eſt retenu & preſſé par une forte vis *D* ou *d*.

La vis qui eſt de fer, a dix lignes de diametre; elle eſt terminée par une pointe mouſſe, & ſa tête, qui eſt ronde & percée diamétralement, eſt traverſée d'un levier de même métal qui a huit à dix pouces de longueur, avec

avec lequel on la fait tourner ; ſon écrou eſt dans une piece de fer forgé *E*, aux deux bouts de laquelle ſont rivés deux tirants *F*, *F*, qui embraſſent un cercle *G*, qui eſt plat, avec deux tourillons gros comme le doigt, ſur leſquels ils tournent librement. Le cercle & les tirants ne doivent point avoir moins que deux lignes & demie d'épaiſſeur, & la piece *E*, environ un pouce dans ſon milieu ; ſa largeur en cet endroit doit être plus grande qu'ailleurs, afin qu'elle ait une force ſuffiſante autour de l'écrou.

On fait paſſer le digeſteur dans le cercle *G* juſqu'au cordon *A*, & on l'y arrête par quelques petites vis qui en traverſent l'épaiſſeur & qui n'entrent que d'une ligne dans le cuivre. Au moyen de cet ajuſtement, on peut preſſer tant qu'on veut le couvercle *C* quand il eſt en place ; & lorſque le vaiſſeau eſt ouvert, & qu'on veut fouiller dedans, ou y placer quelque choſe, on fait tourner ſur les tourillons du cercle *G*, les deux tirants qui portent la piece *E* avec la vis ; alors rien ne fait obſtacle.

On peut chauffer le digeſteur, en

arran-

arrangeant autour de lui quelques briques placées de champ, avec un intervalle d'un pouce ½ pour mettre du charbon allumé; mais cela se fera bien plus commodément, & avec moins de feu, si l'on fait la dépense d'un fourneau comme *H H*. C'est un cylindre creux formé avec des feuilles de forte tôle, assemblées à clous rivés, avec un fond *I*, qui a la forme d'un entonnoir, & dont le bout terminé par une virole de dix-huit lignes de diametre, se ferme avec un couvercle qui a beaucoup de frottement, ou qui s'attache comme ceux des sucriers; ce couvercle peut être orné d'un bouton de cuivre fondu & tourné en cul-de-lampe.

Le corps du fourneau doit avoir sur son pourtour & à sa partie inférieure, plusieurs trous, pour donner de l'air aux charbons allumés: à deux pouces au-dessus du fond, en *K* par exemple, est une grille semblable à celle d'un réchaud ordinaire, & à pareille distance au-dessus de cette grille, comme en *L*, sont attachés dans la tôle, trois mantonnets de fer *l*, *l*, sur lesquels on pose le digesteur, afin qu'il y ait

au-deſſous & autour de lui un eſpace pour le charbon allumé. La cendre tombe dans l'entonnoir *I*, & ſe vuide quand on ôte le couvercle.

Le réchaud chargé du digeſteur, eſt contenu dans une cage de fer forgé composée de trois cercles paralleles, ſçavoir, deux aux extrêmités & un au milieu de ſa hauteur, aſſemblés avec trois montants tournés en conſoles par en-bas, avec un écartement ſuffiſant, pour empêcher que la machine ne ſe renverſe facilement. Les cercles & les montants ſont entaillés à demi-épaiſſeur les uns dans les autres, & arrêtés avec des clous rivés, tant enſemble que ſur la tôle.

Ce qu'il y a de mieux à faire, c'eſt de préparer un modele en bois pour faire couler le digeſteur en cuivre jaune, & de le tourner enſuite par-dedans, & après cela par-dehors. Mais comme cette piece ſera fort peſante, il faudra que le tour ſoit bien ſolide, & que la piece ſoit menée par une corde ſans fin & une grande roue: ſi l'ouvrier n'étoit point outillé ou aſſez habile pour tourner la piece en-dedans, il faudroit avoir recours à un alaiſoir,

en

en ſuivant ce que j'ai enſeigné au ſujet de la machine pneumatique (*a*), & diſpoſer trois couteaux en forme de rayons au bout de la noix, pour nettoyer le fond. De quelque maniere qu'on s'y prenne, il faut que le dedans du digeſteur ſoit bien net & bien uni, & que le bord *bb*, qui eſt au fond de la partie évaſée, ſoit bien dreſſé. Quant au dehors de la piece on la tournera ſans aucune difficulté; il ne s'agira pour cela que de la monter ſur un cylindre de bois, garni d'une poulie, & de la bien centrer entre deux pointes.

Le couvercle ſera fondu de même ſur un modele de bois tourné, un peu creux en-deſſous pour diminuer la trop grande épaiſſeur du cuivre, & un peu convexe par-deſſus, avec un gros bouton, où l'on creuſera la place de la vis *d*: on fera bien d'étamer le deſſous du couvercle & tout l'intérieur du vaiſſeau. Si faute de fondeur, on étoit obligé d'employer du cuivre en table, il faudroit choiſir le plus épais, & avoir en ſa diſpoſition un habile Chaudronnier qui ſçut bien manier la ſoudure for-

(*a*) *Avis* ſur la Xe. Leçon, Tome II.

forte; il ſouderoit ſon cuivre, non pas bord contre bord, mais en queues d'aronde entaillées de l'un dans l'autre; il formeroit ainſi un cylindre creux qui auroit un fond, & dix pouces au lieu de huit de hauteur; il prendroit ſur les deux derniers l'évaſement *B*, & il rapporteroit un cercle plat au bas de cet évaſement, pour recevoir le couvercle; il faudroit que le fond d'en-bas fût convexe en-dedans, & que le couvercle fût renforcé par double, ou triple épaiſſeur: & avec tout cela, je voudrois encore quelques cercles de fer, diſtribués ſur la longueur du vaiſſeau.

La vis *D* doit avoir de gros filets; s'ils ſont quarrés, ils n'en vaudront que mieux: on commencera par aſſembler la piéce *E* avec l'un des deux tirants, & l'on ne rivera l'autre qu'après avoir engagé les tourillons du cercle *G* dans les deux.

C'eſt un Serrurier qui doit ſe charger de faire le réchaud; il commencera par tourner ſa tôle & la joindre, ou bien il la fera préparer par un Ferblantier, qui ſaura encore mieux que lui la tourner, la joindre & ajuſter le couvercle d'en-bas: le Serrurier ajuſte-

ra

ra d'abord les trois cercles ; enſuite il forgera & limera ſes trois montants à conſoles, qu'il réglera ſur un même calibre ; après quoi il entaillera les uns & les autres pour les aſſembler & les river, ayant ſoin d'affleurer les rivures par-dedans, afin que le corps du réchaud y entre ſans obſtacles ; il pourra arrêter les trois montants ſur la tôle par trois vis qu'il fera paſſer de 3 ou 4 lignes en-dedans du fourneau, pour poſer la grille deſſus ; & il finira par placer les trois mantonnets, dont les tenons ſeront des vis qu'il prendra par dehors avec des écrous ; car il faut qu'on puiſſe les ôter en cas de beſoin.

Quelque ſoin qu'on ait pris pour bien dreſſer la partie du couvercle qui doit s'appliquer au bord *bb* de la marmite, il faut encore mettre entre l'un & l'autre, un ou deux cercles d'un carton mince & bien battu, qu'on aura mouillé un peu auparavant ; au défaut de carton, on pourra employer 5 ou 6 cercles de papier bien épais & uni qu'on aura mouillés pareillement ; & l'on aura ſoin d'entretenir de l'eau froide dans la partie évaſée qui ſurpaſſe le couvercle, pour conſerver l'humidité du car-

ton ou du papier, & ralentir le degré de chaleur du métal dans cette partie.

Si le digeſteur eſt préparé comme je viens de l'enſeigner, on pourra le chauffer à volonté ſans craindre d'accident ; car le papier ou le carton interpoſé ſous le couvercle ſe brûlera, & donnera paſſage à la vapeur, bien avant qu'elle ſoit aſſez dilatée pour faire crever le vaiſſeau ; c'eſt ce que l'expérience me fait voir depuis plus de 30 ans. Mais ſi elle eſt faite de cuivre battu & ſoudé, qui n'a pas ordinairement tant d'épaiſſeur, ou ſi par quelque autre raiſon, l'on a lieu de ſe défier de ſa ſolidité, on pourra ſe mettre à l'abri des accidents en pratiquant au couvercle, une eſpece de ſoupape chargée d'un poids que la vapeur dilatée puiſſe ſoulever, avant d'être aſſez forte pour faire éclater le vaiſſeau.

Pour cet effet, on fera paſſer à travers le couvercle, un bout de tuyau de cuivre *M*, qu'on rivera exactement, ou que l'on ſoudera ; ce tuyau n'aura que deux ou trois lignes de diametre intérieurement, & le bord de ſon orifice ſera bien dreſſé & un peu aigu. La ſoupape *N*, ſera de métal, ſa face bien pla-

plane, ſera couverte d'un anneau de carton mouillé, avec une pointe ſaillante au milieu pour entrer dans le tuyau & lui ſervir de guide. Elle ſera attachée à un levier de fer *o o*, ouvert par un bout en forme de fourchette, pour embraſſer le bouton du couvercle, où eſt le centre de ſon mouvement. Sur la longueur de ce levier on fera des entailles de trois en trois lignes pour placer à telle diſtance qu'on voudra, une boucle qui portera quelque poids comme *P*. Il faut reconnoître une fois à quelle diſtance il faut mettre ce poids, pour laiſſer prendre à la marmite le degré de chaleur dont on a beſoin; on aura ſoin de ne le point porter plus loin, afin que ſi la vapeur venoit à ſe dilater davantage, elle ſe fît jour par la ſoupape; ce qui empêchera qu'elle ne briſe le vaiſſeau: la ſoupape étant près du couvercle, ſe trouvera toujours dans l'eau de la partie évaſée, & par ce moyen-là le carton dont on l'aura couverte, ſera continuellement raffraîchi & humecté.

Quand vous aurez mis le digeſteur en expérience, vous attendrez qu'il ait perdu la plus grande partie de ſa

chaleur, ou vous la lui ferez perdre en le tenant plongé dans un ſeau plein d'eau froide, avant de deſſerrer la vis: ſans cette précaution, vous vous expoſeriez à quelque fâcheux accident; car la vapeur dilatée dans le vaiſſeau, ne manqueroit pas de faire ſauter le couvercle avec une grande violence; j'ai vu en pareil cas toute l'eau ſe réduire ſubitement en une vapeur épaiſſe, & partir toute à la fois & par une ſeule exploſion.

Si l'on ne veut pas faire la dépenſe d'une grande machine telle que celle dont je viens de donner la conſtruction, ou qu'on ait beſoin de faire l'expérience plus promptement, comme il convient le plus ſouvent dans une Ecole publique, on pourra réduire l'appareil à une poire creuſe de cuivre de trois ou quatre pouces de hauteur & épaiſſe de deux ou trois lignes, que l'on fera fondre ſur un modele tourné en bois, & qu'on achevera ſur le tour, tant par-dedans que par-dehors. Cette poire ſera évaſée par le haut avec un bord bien dreſſé à l'endroit de l'étranglement, pour recevoir un couvercle préparé & ajuſté comme celui de la gran-

grande machine: ce petit vaisseau avec son couvercle, se placera dans un cadre de fer forgé tout d'une piece, dont les deux petits côtés seront plus larges au milieu; celui d'en-bas, pour recevoir la base de la poire; celui d'en-haut, pour servir d'écrou à une vis de pression qu'on pourra serrer avec un levier. *Voyez la Fig.* 3.

Cette machine pourra se chauffer dans un réchaud ordinaire, rempli de charbons allumés; dans l'espace d'un bon quart-d'heure, les os du tibia du bœuf, cassés en morceaux gros comme le doigt, seront parfaitement amollis.

Quatrieme, cinquieme & sixieme Expériences.

Ces expériences sur la quantité de sel que l'eau peut dissoudre, ou sur les sels qui se dissolvent en plus ou moins grande quantité dans l'eau, quand on les a faites pour la premiere fois, ou quand il s'est agi de les vérifier, ont dû se faire avec de l'eau distillée, & dont le degré de chaleur fût mesuré avec exactitude. Mais quand il n'est question que de les répéter en public, on

XII. Leçon. I. Section.

peut ſe contenter d'employer de l'eau bien claire & potable, avec un degré de chaleur qui ne differe pas beaucoup de celui qui eſt indiqué dans la *préparation*; les réſultats ſe repréſenteront à peu pres tels qu'ils ſont énoncés: au reſte, ſi l'on veut ſe ſervir d'eau diſtillée, on trouvera dans la ſeconde partie de cet ouvrage, *Tome I, Article II*, comment ſe fait cette opération, ſur le ſel marin, le ſalpêtre & le ſel ammoniac. Voyez ce que j'en ai dit au Chap. I de cette même partie.

Quant aux vaiſſeaux dans leſquels il convient de faire ces diſſolutions, les plus commodes & les moins diſpendieux ſont ces eſpeces de bocaux dont les Epiciers-Droguiſtes & les Apoticaires ſe ſervent, pour contenir les matieres qui ne ſont pas ſujettes à s'évaporer; on en trouve de toutes grandeurs à choiſir chez les Fayanciers.

Septieme Expérience.

XII. LEÇON. II. Section. *Pl. I. Fig.* 4 & 5.

Vous pourrez choiſir la boule de verre mince qu'il faut pour cette expérience, parmi celles que les Emailleurs font venir des Verreries pour con-

conſtruire des thermometres; ou bien vous la ſoufflerez au feu de lampe, ou vous la ferez ſouffler par un ouvrier au fait de cet art. Si elle a un peu plus de deux pouces de diametre, vous y introduirez une goutte d'eau équivalente à un globule qui auroit une ligne de diametre, & alors la capacité du verre ſera à la ſolidité du globule d'eau dans le rapport preſcrit d'environ 14000 à 1 : ce ne peut être qu'un à-peu-près, parce que ni la boule de verre, ni le petit volume d'eau ne pourra ſe meſurer exactement, leur figure n'étant pas rigoureuſement ſphérique, comme l'on ſuppoſe; mais l'*à-peu-près* ſuffit en pareil cas.

On fera bien d'employer de l'eau colorée ſi cette expérience ſe fait en public; & ſi l'on veut que l'eau ſoit purgée d'air, (ce qui eſt beaucoup mieux) il faut qu'elle le ſoit nouvellement; car les liqueurs dont on a ôté l'air, le reprennent enſuite peu-à-peu: on purge l'eau d'air, en la faiſant d'abord bouillir un peu ſur le feu, & en la mettant dans le vuide lorſqu'elle eſt à moitié refroidie.

Huitieme Expérience.

XII. Leçon. II. Section. *Pl. II. Fig. 6.*

La petite poire creuſe de cette expérience eſt de cuivre rouge, elle a environ deux pouces de diametre : on la peut faire de deux pieces, dont l'une ſoit une calote hémiſphérique, l'autre ayant la forme d'un entonnoir, dont les bords ſoient dreſſés & appropriés pour s'y joindre à ſoudure forte. L'orifice a une bonne ligne de diametre, il eſt rebordé en dehors, & le dedans eſt alaiſé avec un équarriſſoir un peu en dépouille. Le petit bouchon de liége qu'on y met, eſt bien arrondi & adouci à la lime, on le graiſſe avec un peu de ſuif; & afin qu'il ne ſe perde pas, quand la vapeur le fait partir, il eſt attaché avec un fil au col de la poire. *Voyez A, Fig.* 3.

Cette poire remplie d'eau jusqu'au tiers de ſa capacité, eſt portée par deux croiſſants, comme *B*, dont les tiges font reſſort, ſur la flamme d'une lampe à eſprit-de-vin *C*, qui eſt placée au centre d'un petit chariot à trois roues *D*, où il y a un trou circulaire pour la recevoir; le chariot eſt fait d'une plaque de cuivre mince chan-

tour-

tournée, comme on le voit par la *Fig.* *D d*: aux deux côtés de la lampe, ſont deux trous quarrés ou oblongs pour placer les croiſſants, dont les tenons ſont plats, & retenus en-deſſous par des goupilles; un demi-pouce au-delà de ces deux trous, le cuivre eſt limé rond pour ſervir d'axe à deux roues qui ont chacune quinze lignes de diametre ou un peu moins. Chacune d'elles eſt faite d'une plaque de cuivre tournée ſur un petit canon de deux lignes de longueur qu'on a ſoudé au centre pour lui ſervir de moyeu; on l'a évidée enſuite pour la rendre plus légere, & pour y figurer quatre rayons: ces deux roues ſont retenues ſur leurs aiſſieux par des goupilles.

La partie antérieure *d* du chariot, eſt entaillée en fourchette & reçoit une roue ſemblable aux deux précédentes, & qui tourne ſur un fil de fer qui tient par les deux bouts à la fourchette.

Quand on conſtruit cet inſtrument, il faut prendre toutes les meſures néceſſaires pour le rendre très-mobile; la légéreté des pieces, la rondeur des roues, la diminution des frottements,

ſont autant de moyens qu'on doit employer ; & l'on ne doit point oublier, quand on le met en expérience, de le placer ſur une table bien droite ou ſur un parquet bien uni, ni de prévenir par les précautions convenables, les chûtes qu'il pourroit faire, ou les chocs qu'il pourroit recevoir en reculant.

XII. Leçon. II. Section. *Pl. II. Fig.* 7. A l'occaſion de la huitieme Expérience, j'ai fait mention d'une machine très-importante, qu'on nomme *pompe à feu*, & j'ai fait connoître le principe de ſon mouvement, par un modele qu'une lampe à eſprit-de-vin fait aller. Ce modele eſt ſuffiſamment décrit, tant parce que j'en ai dit à la *page* 82 *& ſuiv.* du Tome quatrieme des *Leçons de Phyſique*, que par la figure qui accompagne la deſcription ; cela ſuffit pour ceux qui ne voudront qu'entendre la machine & ſes effets ; mais il reſte quelques détails à ajouter en faveur des perſonnes qui voudront la conſtruire.

La figure citée en marge, fait aſſez connoître l'aſſemblage du bâti ; quant aux dimenſions, elles dépendent de celles qu'on donne à la machine même ; j'aurai ſoin de les faire connoître

tre. *AB*, *Fig.* 5 eſt une planche qui entre à feuillure ſur la caiſſe qui ſert de réſervoir à la pompe, & ſur laquelle eſt attaché avec quatre vis, un fourneau *CD* de laiton gratté, & plané, qui a 5 pouces de hauteur ſur 6½ de diametre ; le fond qui eſt percé, reçoit une lampe à eſprit-de-vin *E*, dont le bord eſt creuſé en drageoir, pour loger une platine ronde *F*, garnie de trois porte-meches, ſoudés à ſoudure forte, ainſi que la virole & le fond de la cuvette *E*. Sous cette lampe eſt un bouchon à vis *e*, qu'on ouvre pour la vuider, quand il reſte de l'eſprit-de-vin après l'expérience.

G eſt une bouilloire de laiton plané, qui entre de 2 pouces ½ dans le fourneau, & dont le deſſus eſt formé en dôme ; le pourtour de cette piece eſt une virole de 3 pouces ½ de hauteur, un peu plus large du haut que du bas, & à laquelle on repouſſe du dedans au dehors, un cordon circulaire pour repoſer ſur le bord du fourneau ; le fond eſt agraffé & ſoudé à l'étain, ainſi que le deſſus : il ſeroit encore mieux que la virole & le fond fuſſent d'une ſeule piece de cuivre enboutie par

par un Chaudronnier, à laquelle on souderoit un dessus.

De quelque maniere qu'on fasse la bouilloire, il faut pratiquer un trou au centre du dôme & souder en-dedans ou en-dehors, une rondelle de cuivre aussi percée au centre & taraudée pour servir d'écrou à une vis grosse comme le petit doigt. Cette vis *H*, sera un bouchon qui pressera entre lui & la bouilloire, un anneau de carton mouillé, afin que ni l'eau ni sa vapeur ne puisse s'échapper par cet endroit. Au-dessus de ce bouchon sera une tige ronde *I*, de 5 à 6 lignes de longueur sur laquelle tournera librement un petit bout de tuyau *K*, qui aura au moins une ligne d'épaisseur. La partie excédente de la tige *I*, aura un quarré sur lequel on fera entrer une rosette *L*, & après ce quarré, un bout de vis dont l'écrou sera tourné, si l'on veut, en bouton comme *M*.

La piece *N*, est une espece de levier plat, dont un bout est taillé en croissant pour embrasser le tuyau *K*, avec deux petites vis qui tournent librement dans des trous diamétralement opposés entr'eux. L'autre bout est

une

une palette, avec un petit manche de bois par-dessus; on s'en sert pour appuyer avec la main, un coussinet de papier mouillé sur le bout du tuyau *O*, quand il s'agit de déterminer la vapeur dilatée à passer par le canal *P*. Ce tuyau *O*, est couvert d'une petite plaque ronde au centre de laquelle on fait un trou d'une ligne de diametre.

Le canal *Pp* soudé d'une part à la bouilloire, & de l'autre au tuyau montant *Qq*, peut être fait de trois pieces; sçavoir *P & p*, & avec des feuilles de laiton soudées à l'étain, la premiere de 4 pouces de longueur, & la derniere de 18 à 20 lignes. Celle du milieu qui porte un robinet *R*, sera mieux & se fera plus facilement en cuivre fondu; voyez ce que j'ai dit sur la maniere de percer & d'ajuster les robinets en parlant de la machine pneumatique, *Tome II*. La clef de celui-ci doit avoir 7 à 8 lignes de diametre; elle doit être percée suivant son axe & suivant un de ses rayons qui réponde au canal *RR*; & afin que l'effort de la vapeur ne la fasse pas sortir de sa boîte, il faut qu'elle la dépasse de quelques lignes par en-bas, & que cette

te partie excédente ſoit une vis, ſur laquelle on enfilera une rondelle mince avec un petit pied pour la faire tourner avec la clef, & par-deſſus, on viſſera un opercule percé de pluſieurs petits trous comme un arroſoir, afin que la vapeur, ou l'eau venant par la clef, puiſſe paſſer aiſément. Cette clef ſera menée par une manivelle dont le manche répondra au trou *r*.

S, eſt un canon de verre un peu épais, qui a 5 pouces ½ de hauteur ſur 3 de diametre, & dont les bords ſont bien dreſſés; il eſt renfermé dans une cage *T* compoſée de deux platines de cuivre comme *V*, *u*, & de quatre vis à têtes plates qui traverſent celles d'en-haut, & qui ont leurs écrous dans celle d'en-bas. Sur chaque platine eſt ſoudé un cercle de trois lignes de hauteur qui embraſſe le verre, & elle eſt garnie d'un anneau plat de carton mouillé ſur lequel poſent les bords du verre, de maniere que quand les quatre vis ſont ſerrées, le verre ſe trouve exactement fermé.

Au milieu de la platine d'en-haut, eſt un trou rond dans lequel on fait entrer le bout inférieur de la boîte du robi-

robinet que l'on y ſoude à l'étain par-deſſous; à côté eſt un autre trou *a* de 2 lignes de diametre & taraudé, que l'on ferme avec une vis à oreille; celle d'en-bas eſt percée pareillement, & l'on y ſoude une virole *t*, ſous le fond de laquelle eſt un tuyau gros comme le doigt & qui a 5 pouces de longueur. Ce même fond vis-à-vis du tuyau, a un trou de trois lignes de diametre recouvert d'un clapet. La virole *t*, a elle-même un pareil trou avec un autre clapet placé en-dehors, & autour duquel eſt une virole *v* avec cinq à ſix filets de vis pour y joindre le tuyau coudé *Q*; on interpoſe un anneau de cuir entre les portées de la vis & de l'écrou. A trois ou quatre pouces de diſtance au-deſſus du coude, ce tuyau eſt ajuſté pour ſe joindre ſans ſoudure au tuyau *qq*; & afin que l'eau ne puiſſe point ſe perdre par-là, on couvre cette jonction d'un morceau de veſſie mouillée qu'on lie avec du fil.

Le tuyau montant *qq*, qui a 22 pouces de longueur, porte, à 18 lignes près de ſon extrêmité d'en-haut, un anneau plat, ſur lequel repoſe un auget de bois *X*, dont il traverſe le

fond,

fond, & il eſt ſoudé au plomb laminé dont cet auget eſt doublé : le bout qui excede le fond, reçoit par forme d'ajutage, un tuyau recourbé *Y*, qui conduit dans l'auget, l'eau qui vient d'en-bas ; un autre tuyau *B x* garni de même par en-haut d'un anneau plat, traverſe auſſi le fond de l'auget, & n'excede point le plomb auquel il eſt ſoudé. Il eſt attaché par une bonne ſoudure à la bouilloire, & il traverſe la planche *AB*, qu'il ne déſafleure que d'un demi pouce en-deſſous.

Toutes les pieces de la machine étant ainſi aſſemblées, & le corps du fourneau *C P* étant fixé comme je l'ai dit, avec quatre vis ſur la planche *A B*, il eſt aiſé de voir qu'on peut enlever la bouilloire, la pompe, avec les deux tuyaux & l'auget. On peut auſſi tirer le verre *S*, de ſa cage après avoir lâché les vis; car la partie *Q* du tuyau montant, n'eſt point ſoudée au reſte, & le tuyau d'aſpiration *Z*, ainſi que celui de décharge *x B*, ne ſont que traverſer la planche *AB*, & n'y ſont point arrêtés; ainſi l'on peut, quand il en eſt beſoin, raccommoder les clapets, renouveller les cercles de carton qui

qui ſont ſous les bords du verre, rajuſter la clef du robinet, &c.

Les deux montants du bâtis ſont aſſemblés à demeure avec la planche *AB* qui couvre la caiſſe. Leurs tenons par en haut ſont plats, & l'auget qui a des mortaiſes à ſes deux extrêmités, deſcend deſſus en même temps qu'on fait entrer les tuyaux *Z*, & *xB*, dans la planche, & la bouilloire dans le corps du fourneau ; alors on arrête l'auget ſur les montans, avec deux pointes de fer qui ont chacune une tête ou une boucle, afin qu'on puiſſe les ôter au beſoin.

Voici maintenant comment il faut s'y prendre pour mettre cette machine en expérience. Verſez de l'eſprit-de-vin dans la lampe & accommodez les meches, de ſorte qu'il n'y ait plus qu'à les allumer: rempliſſez la caiſſe avec de l'eau tiede jusqu'aux trois quarts de ſa capacité; faites entrer de la même eau dans le verre *S*, par le trou *a*, jusqu'à ce qu'il ſoit presque plein, & fermez bien cette ouverture avec la vis. Otez la piece *kn*, & verſez dans la bouilloire environ une pinte d'eau bien chaude, & remettez le

le bouchon *k*, en faisant tourner la piece *n* un peu de côté, afin que la ventouse *o* demeure découverte, après quoi vous mettrez le feu aux meches de la lampe.

Quand l'eau de la bouilloire sera suffisamment chaude & que vous verrez la vapeur sortir impétueusement par la ventouse, vous la tiendrez bouchée d'une main avec la palette de la piece *n*, sous laquelle vous mettrez un coussinet fait d'un morceau de papier mouillé, replié trois ou quatre fois, & de l'autre main vous tiendrez le manche de la manivelle tourné du côté de la bouilloire, afin que la vapeur dilatée se porte sur la surface de l'eau qui est dans le verre. Alors vous verrez cette eau s'abaisser dans le verre & monter dans l'auget par le tuyau *Qq*.

Dès que vous verrez le verre *s* presque vuide, n'attendez pas qu'il le soit entiérement ; tournez le manche de la manivelle vers *p*, aussi-tôt il viendra du tuyau montant, un peu d'eau qui entrera en forme de pluie par le bout de la clef dans le verre *s*, & qui refroidissant la vapeur, donnera lieu

à

à l'eau de la caiſſe d'y monter par le tuyau d'aſpiration *z* : vous ferez monter ce nouveau volume d'eau comme le premier, en tenant la manivelle tournée vers la bouilloire & ainſi de ſuite. Ces volumes d'eau que vous ferez monter ſucceſſivement dans l'auget, ne le rempliront pas, & n'épuiſeront pas non plus la caiſſe, parce qu'ils retomberont à meſure, par le tuyau de décharge *x B*.

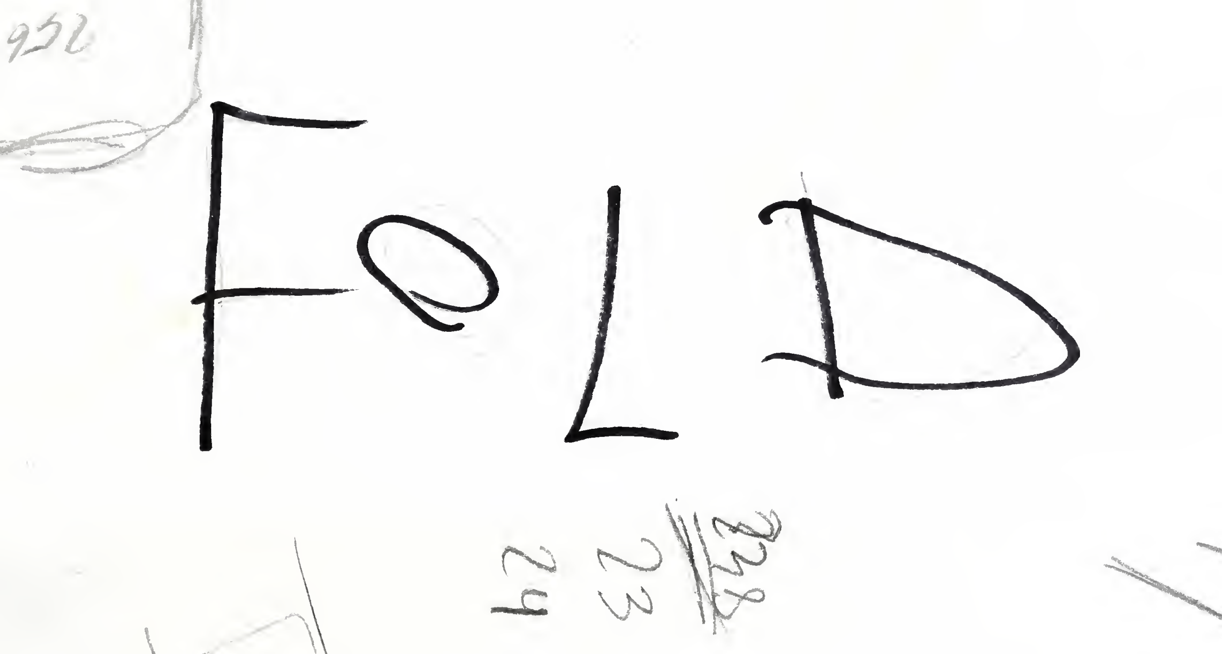
Lorſque vous voudrez faire finir le jeu de la pompe, vous laiſſerez évacuer entiérement le verre *s*, & dans cet inſtant vous laiſſerez la ventouſe ouverte : vous éteindrez auſſi la lampe, ſoit en ſoufflant ſur les meches, ſoit en bouchant pendant quelques ſecondes de temps l'ouverture du fourneau avec un torchon, & quand l'eau de la bouilloire ſera refroidie, vous la vuiderez avec un ſiphon. Vous ne laiſſerez pas non plus d'eſprit-de-vin dans la lampe; en enlevant la machine de deſſus la caiſſe, vous n'aurez qu'à ôter le bouchon à vis *e*, qui eſt deſſous la cuvette.

Eoli-

Eolipyle.

XII. Leçon. II. Section. *Pl. II. Fig.* 8. *&* 9.

C'EST au Chaudronnier qu'il faut s'adreſſer pour avoir un éolipyle ; il faut qu'il le faſſe en cuivre rouge; s'il entend bien la retreinte, il fera le corps de la poire de deux pieces; c'eſt-à-dire, qu'il ne faudra qu'une petite calotte pour achever de la fermer: cette calotte, ainſi que le canal recourbé qui doit être placé à ſon centre, ſera ſoudée à ſoudure forte: on fera bien de ſouder en même temps une feuille qui lie la queue à la poire, afin de lui donner plus de ſolidité: il faut ſouder auſſi une douille quarrée, qui puiſſe recevoir une tige de fer emmanchée de bois, & qui s'arrête avec une vis: cela eſt d'une grande commodité, pour manier cet inſtrument: l'éolipyle ſera d'une bonne grandeur, ſi une chopine d'eau-de-vie remplit la moitié de ſa capacité. On mettra cette liqueur dans un vaiſſeau de large ouverture; on fera chauffer la poire, de maniere qu'une goutte d'eau jettée deſſus s'évapore en une ou deux ſecondes; & l'on plongera le bout de ſa queue dans la liqueur, qui ne manquera


FOLD

quera pas d'y être portée par la pression de l'air extérieur. Du reste, procédez comme il est prescrit, *Tome IV. des Leçons de Physique, p. 88.*

Premiere, seconde & troisieme Expériences.

XII. Leçon. III. Sect.

Ces trois expériences & celles dont elles m'ont donné occasion de parler, sont suffisamment expliquées dans la troisieme section citée en marge, il n'y a qu'à suivre exactement les procédés qui y sont indiqués.

S'il s'agit de prouver que cette espece de frimât, qu'on voit autour du vaisseau, dans lequel on fait un froid artificiel avec du sel & de la glace pilée, vient uniquement des parties aqueuses qui sont dans l'air ambiant, & qui se gelent sur la surface extérieure du vase; on répétera cette expérience dans un bocal qu'on aura bien essuyé en dehors, & qu'on aura fait entrer dans un autre bien séché & bien essuyé en dedans, ayant la précaution de couvrir avec une lame circulaire de cire molle, le petit intervalle qui est entre les deux bords de ces vais-

ſeaux, afin que l'air extérieur ne puiſſe point y avoir accès.

On peut même, ſi l'on en a la commodité, demander à la Verrerie, des bocaux aſſortis pour entrer l'un dans l'autre, avec très-peu d'intervalle entre eux, comme *A* & *B*, *Pl. V*, *Fig.* 1. recommander qu'il n'y ait point d'étranglement en haut, & que leurs bords ſoient ſimplement rabattus à plat, pour s'appliquer l'un ſur l'autre; alors, il ne ſera plus beſoin d'y mettre un cordon de cire molle.

Cette expérience fera toujours voir, que quand l'air extérieur n'a point un libre accès vers le vaſe où ſe fait le refroidiſſement, pour dépoſer ſur la ſurface extérieure, les particules d'eau dont il eſt toujours chargé, on n'y apperçoit plus le frimât dont il eſt queſtion.

AVIS

Concernant la TREIZIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

XIII. Leçon. II. Sect. *Pl. I.*

TOUT le monde ſait ce que c'eſt qu'un briquet; le plus commun ſera bon pour cette expérience.

Pour

Pour faire voir en peu de temps à un plus grand nombre de perſonnes, les différents états ſous leſquels ſe préſentent les parcelles d'acier, détachées par le tranchant du caillou, on pourra les placer ſur un papier blanc & fixer au-deſſus, d'une maniere quelconque, une lentille de verre qui ait 10 à 12 lignes de diametre & un pouce de foyer; ſi elle eſt une fois placée comme il faut, pour voir ces objets diſtinctement, chaque perſonne n'aura qu'un coup d'œil à y donner. *Fig.* 1 & 2.

Un microſcope à trois verres fera voir ces petits corps beaucoup plus amplifiés, ſi l'on peut les obſerver à loiſir; il faudra les voir éclairés par-deſſous, & l'on diſtinguera les fragments de caillou par leur tranſparence: quand on les éclairera par-deſſus, on remarquera non-ſeulement la figure, mais auſſi la couleur de chaque parcelle d'acier.

Seconde Expérience.

Pour compoſer le lingot de fer fondu avec l'antimoine, conſultez la ſeconde partie de cet ouvrage, qui en- XIII. Leçon. II. Section.

 ſeigne

Pl. I. Fig. 3. feigne la préparation des drogues compofées. *Tome I. p.* 415.

Si l'on n'a point d'étau pour affujettir le lingot, on tiendra d'une main une groffe lime neuve debout, appuyée fur une table, & avec l'autre main on fera frapper le lingot en gliffant fur un des angles de la lime.

On pourra examiner, fi l'on veut, les parcelles détachées, fous la lentille dont j'ai parlé ci-deffus.

Troifieme Expérience.

XIII. Leçon. II. Section. *Pl. I. Fig.* 4. Si vous n'avez pas la commodité d'un étau pour affujettir la planchette, faites-y une queue platte comme à la poupée d'un tour; faites-la paffer dans une mortaife au bout d'une table, & ferrez la par-deffous avec une clef.

Vous pourrez auffi, fi vous voulez, préparer une machine exprès, pour cette expérience: *AB*, *CD*, *Pl. V. Fig.* 2, font deux jumelles de bois qui ont environ deux pieds de longueur, & qui font affemblées à fept pouces de diftance l'une de l'autre par deux traverfes. Quand le fufeau eft placé en *AC*, on les ferre autant qu'on veut,

veut, comme les montants d'une ſcie, avec un petit levier *E*, en tordant une corde qui va & vient deux ou trois fois de l'une à l'autre. Alors on n'a plus qu'à faire jouer l'archet.

Comme les trous s'agrandiſſent à meſure que le bois ſe brûle par l'action du fuſeau, vous pourrez les faire dans deux petites pieces à couliſſes, pratiquées aux bouts des jumelles, & qui auront une queue à vis & un écrou à oreilles pour les fixer; cette queue traverſera une rainure, que vous ferez à la jumelle. Vous renouvellerez ces pieces quand il n'y aura plus de place pour y faire de nouveaux trous. Les pointes du fuſeau s'uſent auſſi en ſe brûlant; il faut en avoir pluſieurs & les aiguiſer, en enlevant le charbon avec une lime en bois, chaque fois qu'on veut faire l'expérience.

Quatrieme Expérience.

Suivez exactement ce qui eſt preſcrit dans la *préparation*, & n'oubliez pas de lire auparavant, ce qui eſt marqué à la fin de l'explication. XIII. LEÇON. II. Sect.

Cinquieme Expérience.

Planche II. *Fig.* 5 & 6.

A l'occafion de cette expérience, j'ai rapporté dans l'explication certains faits qui prouvent, que l'efprit-de-vin & l'eau pure mêlés enfemble, pénétrent l'un dans l'autre, de maniere qu'après le mêlange, le volume réfultant fe trouve plus petit que la fomme des deux, avant que les deux liqueurs fuffent mêlées. Quand il s'agira de reconnoître, ou de faire voir la quantité jufte de cette diminution, on fuivra les procédés qui font décrits à l'endroit cité; mais fi l'on veut feulement faire voir le fait en gros, comme il convient affez dans une leçon publique, où l'on évite les manipulations délicates, ou qui demandent beaucoup de temps, on pourra fe fervir d'un tube de verre gros comme le doigt, fermé par en-bas, & terminé par le haut en tube presque capillaire, comme il eft repréfenté par *A B*, *Fig.* 3. Avec un petit chalumeau renflé, on y fera entrer de l'eau jusques en *A*; enfuite on achevera de l'emplir jufques en *B*, avec de l'efprit-de-vin, en le verfant doucement & en te-

tenant le tube un peu incliné, afin que les deux liqueurs ne se mêlent point: cela étant fait, on mettra le doigt sur l'orifice du tube, & on le renversera deux ou trois fois pour donner lieu au mêlange; le tube étant redressé, on verra que la liqueur composée, se tiendra d'une quantité très-remarquable, au-dessous du fil *B*.

Cette pénétration de l'eau dans l'esprit-de-vin, se fait d'une maniere très-curieuse, au travers d'un morceau de vessie. Prenez un petit bocal, qui ait environ quinze lignes d'ouverture, remplissez-le d'esprit-de-vin, & couvrez-le d'un morceau de vessie mouillée, que vous lierez bien au col du vaisseau, après quoi vous le plongerez dans un autre vase rempli d'eau, comme on voit en *C*. Quelques heures après, si vous le retirez de l'eau, vous verrez qu'il sera bien plus plein qu'auparavant; de sorte que la liqueur aura fait prendre à la vessie, une figure très convexe, comme *D*, & qu'elle jaillira fort loin, si vous y faites un trou avec une épingle. Si l'on proposoit à quelqu'un de remplir un vaisseau au-dessus de ses bords avec une li-

liqueur, ſans qu'elle pût ſe répandre, l'expérience que je viens de citer ſeroit la ſolution de ce problême.

Sixieme Expérience.

XIII. Leçon. II. Section. *Pl. II. Fig.* 8.

Avant d'en venir à cette expérience, qui fournit l'exemple curieux d'une fermentation, capable de produire de la flamme, on peut en faire une qui tiendra le milieu entre cet extrême & la chaleur douce & à peine ſenſible, que donne le mêlange de l'eſprit-de-vin avec l'eau. Mettez au fond d'un verre à boire un peu d'huile de tartre par défaillance, & verſez par-deſſus, en petite quantité à la fois & à pluſieurs repriſes, de l'eau-forte ordinaire, ou de l'eſprit de nitre un peu affoibli avec de l'eau: & vous ferez remarquer que chaque fois que ces deux liqueurs ſe mêlent, il ſe fait une ébullition bruyante, & que cet effet ſe répete, juſqu'à ce que l'acide ait pénétré l'alkali fixe autant qu'il peut le faire.

Quand on enflammera les huiles eſſentielles avec un eſprit de nitre bien déflegmé, il faut avoir les mains & le

le visage loin du verre où se fait le mêlange, car il peut sauter des éclaboussures qui seroient dangereuses. Il faut aussi manier la phiole qui contient l'acide, avec précaution : cette liqueur brûle la peau des doigts quand elle la touche, & les taches durent long-temps.

Septieme Expérience.

La composition du pyrophore est suffisamment détaillée, dans la *préparation* de cette expérience ; on réussira sûrement en suivant exactement le procédé que j'y ai décrit. J'avertirai seulement ici, que dans le cas où l'on n'en auroit pas pour faire l'expérience dont il s'agit maintenant, on pourroit en quelque façon y suppléer, en éteignant un morceau de chaux vive avec de l'eau.

Prenez un morceau de chaux, la plus nouvelle que vous pourrez trouver, placez-la sur de la paille bien seche & fine, & mouillez-la peu-à-peu par de légeres aspersions ; cette chaux s'ouvrira en s'échauffant de plus en plus : quand elle est de bonne qualité & bien nouvelle, & que cela est mé-

nagé avec adresse, il peut arriver qu'elle mette le feu à la paille. Il y a en Piémont & dans l'Italie, des especes de chaux bien plus fortes que celles de France; en les éteignant comme je viens de le dire, j'ai porté la chaleur jusqu'à fondre des lames de plomb, que je faisois entrer dans le morceau entr'ouvert.

Huitieme Expérience.

XIII. Leçon. II. Sect. *Pl. III. Fig.* 9. On n'a pas toujours huit ou dix personnes qui s'accordent bien à jetter avec des miroirs, autant d'images du soleil, sur un même endroit; si l'on veut employer pour cela une machine, on pourra l'exécuter de la maniere suivante.

Choisissez un morceau de bois, d'aulne, de tilleul, ou de chêne, bien doux & bien sec, qui ait dix-huit pouces de longueur, sur 3 pouces & demi de largeur, comme *A B C D*, *Fig.* 4; dressez-en les faces, & que son épaisseur soit par-tout de quinze lignes.

Placez cette piece à plat sur le bout d'une table, & arrêtez-la d'une maniere quelconque: avec un compas à verge, ou avec une regle de bois garnie

nie de deux pointes diſtantes l'une de l'autre de trente pouces, décrivez la courbe *ACB*, que vous rapporterez de même ſur l'autre face à retour d'équerre, & vous couperez le bois en ſuivant ces deux traits.

Vous chantournerez l'autre rive comme il vous plaîra; mais vous laiſſerez plus de largeur au milieu, & vous y collerez une queue cylindrique de quelque bois dur, groſſe comme le doigt, & longue de trois ou quatre pouces: il faut que cette queue ſoit dans la direction *EC*, c'eſt-à-dire, dans l'axe de la concavité *ACB*.

Vous aurez douze petits miroirs rectangles de glace au teint, qui auront chacun dix-huit lignes de longueur, & dont la largeur égalera l'épaiſſeur de la piece de bois. Vous les arrangerez bout-à-bout les uns des autres ſur la face courbe *ACB*, & vous les y retiendrez avec des petites bandes de papier noir, que vous collerez ſur leurs jonctions, & ſur la partie du bois la plus prochaine de leurs bords.

Pour manier cette piece plus commodément, vous ferez tourner la queue dans un canon de métal, qui ſera fen-

du pour faire reſſort, & qui portera en deſſous une lame de cuivre plate taillée en portion de cercle, qui ſera reçûe dans la tige d'un pied de bois refendu par le haut, & qui tournant ſur ſon angle, pourra s'arrêter où l'on voudra par une vis de preſſion *F*, au moyen de quoi la face qui porte les miroirs, pourra s'incliner plus ou moins, & faire une révolution ſur l'axe *C E*.

Pour la huitieme expérience dont il s'agit ici, vous préſenterez la face de l'inſtrument au plein ſoleil, en l'inclinant d'avant en arriere, juſqu'à ce que les rayons de cet aſtre tombent parallelement à l'axe *C E*; mais au lieu de tenir la ſuite des miroirs dans un plan vertical comme dans la figure, vous lui ferez faire un quart de révolution, pour mettre les deux extrêmités *A* & *B*, dans un même plan incliné à l'horiſon: alors vous préſenterez un petit thermometre à quinze pouces de diſtance du point *C*, & dans la direction de l'axe *E C*, ayant ſoin que cet inſtrument ſoit garanti des rayons directs, par quelque corps opaque ſur qui il ſoit attaché, car ſans cela on pourroit douter ſi la chaleur dont il

don-

donne des ſignes, lui vient des rayons réfléchis par les miroirs, ou ſeulement des rayons directs.

Neuvieme Expérience.

Je ſuppoſe ici qu'on s'eſt pourvu d'un miroir concave, qu'on a trouvé tout fait; il n'eſt pas beſoin qu'il ait deux pieds de diamétre; quand il ſeroit de moitié plus petit, il fera voir ce qu'il y a d'eſſentiel dans cette expérience. J'ai dit ailleurs (*a*) comment on doit s'y prendre pour conſtruire, ſoit en métal, ſoit en verre, des miroirs concaves, convexes, cylindriques, &c. XIII. Leçon. II. Sect. *Pl. IV. Fig.* 10.

L'inſtrument que j'ai décrit à l'occaſion de la huitieme expérience, étant expoſé, comme je l'ai dit, aux rayons ſolaires, ſi on lui fait faire une révolution ſur ſon axe, il fera très bien entendre, qu'un miroir concave n'eſt autre choſe qu'un aſſemblage de petits miroirs plans, formant entr'eux une concavité; car on pourra remarquer, que

(*a*) *Tome I. p.* 162. & *ſuiv.* 222 & 228. J'ai donné, *Ibid p.* 419, la compoſition du métal propre à faire ces ſortes de miroirs.

que les douze miroirs rangés en arc de cercle, dans quelque endroit de leur révolution qu'on les arrête, produisent toujours le même effet.

Dixieme Expérience.

XIII. Leçon. II. Sect. *Pl. IV. Fig.* 11.

Je renvoye pareillement à ce que j'ai dit sur la maniere de tailler les verres lenticulaires, *Tome I, pag.* 170, *& suiv.* mais comme j'ai avancé, à l'occasion de cette expérience, que l'effet de la lentille de verre exposée aux rayons du soleil, ne dépend point essentiellement de la matiere dont elle est faite, mais de sa figure & de sa transparence; de même que le miroir ne produit point le sien, parce qu'il est de métal, mais parce qu'il a une certaine concavité avec une surface capable de réfléchir la lumiere; je crois qu'il est à propos d'enseigner ici comment on peut avec de l'eau liquide ou glacée, avec du carton ou du plâtre doré, rassembler les rayons solaires, sur des matieres combustibles, en assez grande quantité pour y mettre le feu.

Les Horlogers se font préparer pour les pendules, des crystaux bien plus

grands

grands & bien plus épais, que ceux dont ils couvrent les cadrans des montres. Choisissez-en deux bien égaux, qui aient quatre à cinq pouces de diametre; placez-les l'un après l'autre sur le revers d'une table de marbre, qui soit bien droite, ou sur un morceau de glace de miroir, de maniere que la concavité soit en dessous; usez-en les bords à plat avec du sablon & de l'eau, que vous répandrez sur le marbre ou sur la glace, & quand ils seront bien dressés, vous les doucirez sur l'autre face de la glace, ou sur un nouveau marbre, avec un peu d'émeril fin & de l'eau.

Ces bords, étant bien dressés & bien doucis, vous plongerez les deux pieces dans une cuvette un peu profonde & remplie d'eau claire, & vous les joindrez en appliquant bord sur bord; vous enleverez ces deux verres ainsi joints, avec l'eau qui se trouvera prise dedans, & le poids de l'air extérieur, suffira un demi-quart d'heure après, pour les tenir appliqués l'un à l'autre. Cette lentille d'eau exposée au soleil, mettra le feu à de l'amadou (*a*).

Pour

(*a*) Si vous aviez peine à trouver ces calot-

Pour la manier plus commodément, vous pourrez la monter ſur un pied de bois *G*, *Fig.* 5, qui ſoit percé ſuivant ſa longueur, pour recevoir la tige de fer *H*, qui eſt fendue pour faire reſſort, & dont les deux moitiés ſe rapprochent l'une de l'autre par le moyen d'un anneau *I*, ſemblable à ceux des porte-crayons. Ces deux parties de la tige ainſi réunies, forment un cylindre qui a trois lignes de diametre; elles ſont attachées l'une à l'autre par en-bas avec deux clous rivés; par le haut, elles ſont applaties & tournées en quart de cercle, portant chacune un croiſſant de cuivre *i i*, propre à pincer la lentille: chacun de ces croiſſants eſt garni d'un pivot qui traverſe la branche de fer, & ſur lequel il tourne à frottement dur. En baiſſant donc l'anneau *I*, les deux branches & les croiſſants s'écartent; on y fait entrer la lentille; on remonte l'anneau, & on fait deſcendre la tige dans le pied *G*.

tes de verre toutes faites, ou qu'elles fuſſent trop minces pour l'uſage que vous en voulez faire, vous en pourrez préparer vous-même de plus épaiſſes, en ſuivant ce que j'ai enſeigné ſur cela. *Tome I, p.* 222 *& ſuiv.*

Si les deux verres ont reſté appliqués l'un à l'autre pendant quelques heures, ou pendant quelques jours; on ne pourra les déſunir, qu'en les plongeant dans de l'eau un peu plus que tiede; il ne faut pas même tenter de le faire autrement.

La lentille de glace ne ſe peut bien faire qu'en hyver; car ſi vous faites geler l'eau artificiellement, cette congélation ne conſervera pas la tranſparence qu'il faut, pour faire l'expérience avec ſuccès.

Choiſiſſez donc en hyver, & après une longue & forte gelée, un morceau de glace bien diaphane, & bien net, qui ait au moins deux pouces d'épaiſſeur, arrondiſſez-le en lui donnant la forme d'une petite meule de quatre à cinq pouces de diametre. Placez-le dans le moule que vous chaufferez par-deſſous, & quand vous verrez que votre glaçon en aura pris la forme en ſe fondant, vous le retournerez dans le même moule, juſqu'à ce que l'autre face ait pris auſſi la même figure.

Le moule ſera fait d'une plaque de cuivre ou de plomb, que le Chaudronnier

nier ou le Ferblantier emboutira, suivant un calibre que vous lui donnerez; vous ferez ce calibre avec une lame de bois mince ou de fer-blanc, qui aura quatre pouces de longueur, sur sept lignes ½ de largeur, & que vous taillerez suivant un arc de cercle de trois pouces ½ de rayon. Voyez la *Fig*. 6.

Pour manier cette lentille commodément & promptement, vous la placerez dans la feuillure d'une lunette de bois qui aura un manche; & vous l'y retiendrez par deux ou trois petits tourniquets, faits avec des lames de fer-blanc, ou de cuivre, qui fassent ressort.

Si vous voulez construire des miroirs concaves, en cartons ou en plâtre doré, il faut commencer par faire un moule de la maniere suivante, à moins que vous n'en imaginiez une meilleure: celle-ci m'a bien réussi.

Le Menuisier m'a préparé une table ronde, *Fig*. 7, qui avoit quinze pouces de diametre, & un pouce d'épaisseur; il me l'a faite avec des planches, simplement collées à plat-joint; on fera encore mieux, si l'on assemble

ble quatre chanteaux à onglet, qui renferment entr'eux un quarré, comme cela eſt déſigné ici par des lignes ponctuées. J'ai fait placer au milieu de cette table, un morceau de bois cylindrique de trois pouces ½ de diametre, ſur 20 lignes de hauteur, avec un gros tenon collé à demi-épaiſſeur, comme on le peut voir en *e e*, figure qui repréſente la coupe diamétrale de cet aſſemblage.

Enſuite j'ai fait aſſembler dans ce noyau *E*, vingt-quatre demi-fuſeaux comme *FFFF*, &c. dont on voit la coupe ſuivant leur hauteur en *f*, *f*, & je les y ai fait coller ainſi que ſur la table. On a percé cet aſſemblage au centre; & l'on y a joint une tige *G*, de cinq à ſix pouces de hauteur, & un plateau *H*, pour y former une patte, & le tout enſemble a été tourné: ſçavoir, le contour *Kk*, parallele à l'axe; & le deſſus *ife*, *efi*, a été rendu convexe, ſuivant le calibre *LMN*, qu'on a tracé par un rayon de trente pouces.

Un moule fait ainſi d'un grand nombre de pieces bien collées, n'eſt point ſujet à ſe déformer, ſur-tout quand on

a choisi pour le faire, du bois tendre sans nœuds & bien sec; je me suis toujours servi pour pareils ouvrages de bois d'aulne, de tilleul, ou de noyer commun.

Le moule étant fait, j'ai divisé sa circonférence en douze parties égales; & avec une régle à centre *op*, de laiton mince & flexible, que j'ai attachée en *E*, j'ai tracé à l'encre des lignes, comme *EQ*, *ER*, *ES*, &c, tendantes à tous les points de la division. Ensuite j'ai subdivisé la largeur d'un de ces triangles *QER*, en deux parties égales, par une ligne droite *ET*, & sa hauteur en huit autres parties égales, par autant d'arcs de cercles concentriques; enfin avec la régle & le compas, j'ai rapporté cette division sur une planche mince, que j'ai taillée en suivant les lignes *VX*, *Vx*, & *Xx*, & en laissant un pouce de bois au-delà de cette derniere ligne: sur le milieu, j'ai attaché une poignée pour la manier plus commodément; cette espece de patron m'a servi à couper à la fois avec un canif ou quelque autre tranchant, douze ou quinze feuilles de papier, ou pour tra-

cer

cer des cartons, que j'ai coupés ensuite avec des ciseaux: car il faut commencer par avoir provision de ces pieces toutes taillées, que j'appellerai *demi-fuseaux*.

Le carton que j'ai employé étoit fort mince & flexible, on en trouve très aisément chez les Marchands de papier, sous le nom de carton *en trois & en cinq*; il est fait entiérement avec du papier gris; celui qui est lissé & recouvert des deux côtés avec du papier fort blanc, n'est pas bon pour cet usage: le papier dont je me suis servi étoit de celui qui est gris, & dont on se sert pour envelopper des marchandises. Pour coller l'un & l'autre, je me suis servi de la colle du Vitrier, c'est-à-dire, de celle qu'on fait avec de la farine & de l'eau; il faut qu'elle soit bien cuite, sans être fort épaisse.

Tout étant donc ainsi préparé, j'ai frotté le moule dans toute sa convexité avec du savon blanc que j'avois laissé bien sécher, afin qu'il ne fût point pâteux; je l'ai couvert entiérement avec douze demi-fuseaux de papier blanc, que j'avois tenus pendant une

une heure ou deux entre deux linges humides, c'eſt-à-dire, entre deux linges qui avoient été mouillés, & dont on avoit exprimé la plus grande partie de l'eau: cette premiere couche étant appliquée ſans colle, j'ai mis de même ſur toutes les pointes des demi-fuſeaux, un morceau de pareil papier, auſſi humecté & coupé en rond; & j'ai continué cette ſeconde couche, en mettant ſur les premiers fuſeaux, douze autres demi-fuſeaux tronqués, afin qu'ils ne fiſſent que joindre le petit cercle *y*, ſans le recouvrir; & j'ai eu l'attention de placer ces nouvelles pieces, de maniere que le milieu de leur largeur, répondît toujours à l'endroit où ſe joignoient ceux de deſſous: la partie de ces demi-fuſeaux qui excédoit la circonférence du moule, je l'ai rabattue ſur le pourtour *Kk* parallele à l'axe, ayant ſoin d'y faire des échancrures, afin d'éviter les plis que le papier auroit fait ſans cette précaution. Ces deux couches de demi-fuſeaux appliquées ſans colle, empêchent que le miroir ne s'attache au moule.

Sur ces deux couches de papier non-collées, mais bien appliquées ſur le mou-

moule à l'aide de leur moiteur; j'ai posé avec de la colle une couche de carton, en suivant le même procédé que pour la couche de papier précédente; c'est-à-dire, en commençant par placer un petit cercle comme *Ey*, en continuant avec des demi-fuseaux tronqués, & en rabattant sur le bord *ik*, la partie excédente entaillée par plusieurs échancrures. Sur cette couche de carton récemment collée, j'en ai appliqué une autre, ayant soin non-seulement de faire répondre la moitié de la largeur de celui de dessus, à la jonction de ceux de dessous, mais encore en faisant le cercle *Ey*, plus grand, & en tronquant davantage les demi-fuseaux, afin que la jonction de ceux-ci au cercle, ne se rencontrât point sur celle de la couche de dessous.

J'ai toujours suivi le même procédé, pour les autres couches de carton que j'ai mises deux-à deux, avec une couche de papier gris par dessus; & afin que le carton devînt plus souple & s'appliquât plus exactement, j'avois soin de le mettre en colle un bon quart-d'heure avant de l'employer, & d'enduire aussi d'une nouvelle touche

de

de colle, l'endroit où j'allois appliquer chaque piece: pour donner encore plus de souplesse au carton, on peut, avec des ciseaux, entailler les bords de la piece comme la denture d'un peigne.

Quand les parties excédentes des demi-fuseaux étoient rabattues sur la partie *ik* du moule, je les y serrois avec une ficelle menue, à qui je faisois faire neuf à dix tours; & pour contenir le reste sur la convexité du moule, je le renversois sur un cannevas ou une grosse toile, tendue sur un grand cerceau, ou sur un de ces cercles plats, dont on fait les roues des rouets à filer pour les gens de la campagne. Voyez la *Fig.* 7, & j'augmentois encore la pression, par un poids que je plaçois sur le revers du pied.

Quand j'avois lieu de croire que ce que j'avois mis sur le moule étoit bien sec, non-seulement en dessus, mais principalement en dessous, je l'enduisois d'une bonne couche de blanc détrempé à la colle, comme celui des Doreurs, & j'attendois qu'il fût sec avant d'appliquer de nouveaux cartons. En mettant ainsi des couches de carton deux par deux, & par-dessus une

cou-

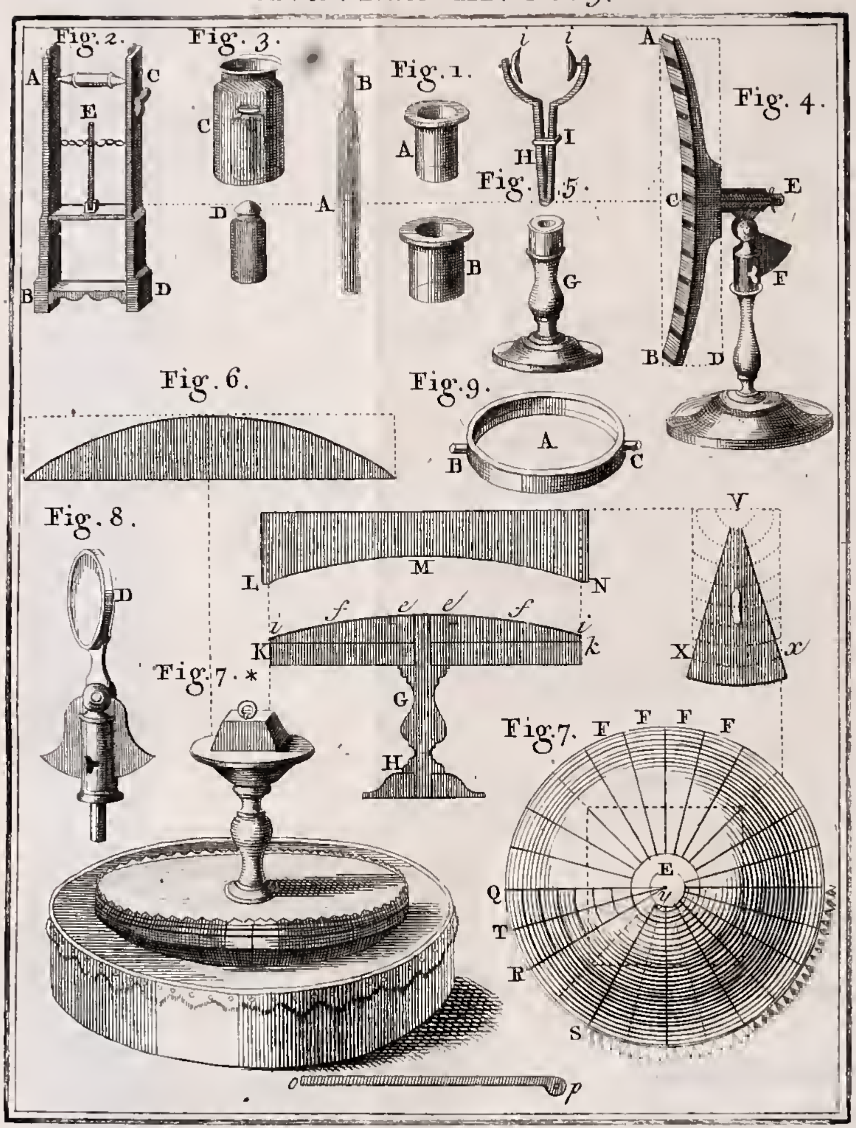
couche de papier gris, avec un enduit de blanc bien collé, j'ai augmenté l'épaisseur du miroir, jusqu'à ce qu'elle eût environ trois lignes; & quand j'ai jugé qu'il devoit être bien sec, tant en dedans qu'en dehors, j'ai remis le moule sur le tour, en faisant un trou au centre du miroir, afin que la pointe pût atteindre jusqu'au bois; & j'ai coupé à un demi-pouce près, ce qui avoit été replié sur la partie *i k* du moule; ce petit bord presque d'équerre avec la face du miroir, lui donne de la solidité, & empêche qu'il ne se déforme aisément.

Ayant ôté le miroir de dessus le moule, j'en ai fait dorer la concavité, en recommandant au Doreur, d'appliquer son blanc avec précaution, pour ne point rendre la surface irréguliere; & pour cet effet, je lui ai fourni un gratoir, semblable à ceux des Ebénistes, hors que le tranchant, au lieu d'être droit, avoit une courbure conforme à la concavité du miroir: on pourroit aussi tourner une molette de bois un peu convexe, & coller dessus un morceau de peau de chien de mer, qu'on auroit ramollie

& réparée pour la bien étendre ; en frottant ſur le blanc avec un tel outil, on rendroit la ſurface unie, ſans en altérer la figure. Le miroir, en ſortant des mains du doreur, a été collé ſur un plateau *D* porté par un pied à mouvement, comme celui qui eſt repréſenté par la *Fig.* 8.

On peut faire des miroirs de plâtre ſur le même moule, avec lequel on fait ceux de carton; il faut pour cela appliquer ſur ce moule, deux couches de papier blanc, non collé, mais humecté, comme je l'ai dit ci-devant; puis, poſer deſſus un cercle de fer-blanc, ou de laiton, comme *A*, *Fig.* 9, qui ait deux bons pouces de hauteur, avec deux viroles diamétralement oppoſées, & l'y attacher avec un cordon de cire molle, & pour plus de ſûreté encore, avec une ficelle, qui aille de chacune des deux viroles *B*, *C*, à la tige du pied. Les bords de ce cercle doivent être rabattus à angles droits, du dehors au dedans, afin que ce cercle qui contiendra le miroir, ne puiſſe point s'en ſéparer.

Cette préparation étant faite, on gâchera du plâtre fin en ſuffiſante quan-


Fig. 2.
A
C
E
B
D
Fig. 3.
C
D
A
B
Fig. 1.
A
B
i i
I
H
Fig. 5.
G
A
C
E
F
B
D
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 9.
A
B
C
Fig. 8.
D
M
L
N
f e e f
i i
K k
G
H
V
X x
Fig. 7. *
Fig. 7.
F F F F
E
Q
u
T
R
S
o p

quantité : celui qui ſe fait avec cette pierre tranſparente, qu'on nomme fauſſement du talk, & qui eſt un véritable gyps, doit être préféré : on en verſera ſur le moule, tant que le cercle de métal en ſoit rempli juſqu'à ſon bord ſupérieur, on l'étendra, on l'unira avec une truelle, ou avec quelque outil équivalent, & on le laiſſera bien prendre conſiſtance avant de l'enlever.

Ce plâtre ainſi moulé & bien ſéché, ſera doré comme le miroir de carton ; & au moyen des deux viroles *B* & *C*, on le ſuſpendra dans un demi-cercle de métal garni d'une tige, avec un pied d'une force & d'une hauteur convenables ; en tournant ſur les deux pivots, il prendra telle inclinaiſon qu'on voudra.

Les miroirs de plâtre ou de carton, ſont meilleurs étant dorés, que s'ils étoient argentés ; j'en ai fait l'épreuve ; l'argent ſe noircit en peu de temps, & quand il conſerveroit tout ſon brillant, il ne réfléchit pas les rayons ſolaires avec autant de force, que l'autre métal. La dorure même ne ſe conſerve long-temps en bon é-

tat, que quand on a ſoin de la couvrir d'une flanelle, & de la tenir dans un lieu ſec.

AVIS

Concernant la QUATORZIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

XIV. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig. 1. & 3.*

L'EFFET de cette expérience n'eſt bien ſenſible, que quand la boule *A*, eſt aſſez groſſe, relativement au diametre intérieur du tube; elle ne l'eſt point ſuffiſamment aux verres de thermometres qu'on trouve communément chez les Emailleurs; ils peuvent en ſouffler exprès pour cet uſage, ou bien on en tirera de la Verrerie, ſi l'on en a la commodité; au défaut de tout cela, on joindra un tube à une de ces bouteilles minces, dont les Apoticaires ſe ſervent pour envoyer des médecines & autres potions chez les malades: on commencera par y ajuſter un bouchon de liége, qui bouche

che bien; on l'ôtera pour le percer d'un bout à l'autre au milieu, & l'on fera passer au travers, un tube de verre qu'on attachera avec de la cire molle en dessus & en dessous, de maniere que l'eau ne puisse point passer entre le liége & lui. On emplira la bouteille avec une forte teinture d'orseille, & l'on fera entrer le bout du tube & le bouchon, de sorte que l'eau colorée soit forcée de monter dans le tube, ne pouvant s'échapper que par-là: en ne plongeant que le corps de la bouteille dans l'eau bouillante, & ne l'y laissant que l'espace d'une seconde à chaque immersion, on n'aura point à craindre que la cire molle se fonde.

On joindra de même le tube recourbé de la *Fig.* 3, & l'on choisira une bouteille dont le cul soit fort enfoncé.

Seconde Expérience.

QUOIQUE le *pyrometre* dont je fais usage dans cette expérience, soit une machine assez simple, il est pourtant nécessaire qu'elle soit exécutée par une main adroite & exercée aux ouvrages d'hor- XIV. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig.* 4.

d'horlogerie ; les pivots des pieces tournantes, doivent être d'acier, fort menus, bien centrés ; ils ne doivent avoir dans les trous qui les reçoivent, que le jeu qui eſt néceſſaire pour les rendre libres ; il en eſt de même de l'engrénage qui ne doit être ni ſerré ni trop libre ; en un mot, un ouvrier commun aura bien de la peine à rendre cet inſtrument tel qu'il faut qu'il ſoit : je vous conſeille donc de le faire conſtruire par un bon horloger, qui pourra ſuivre la deſcription ſuivante, à moins qu'il n'imagine quelque choſe de mieux.

La principale partie du pyrometre, eſt celle qui ſert à multiplier ou amplifier l'allongement que le feu fait prendre immédiatement à un barreau de métal ſur lequel on le fait agir. C'eſt un aſſemblage de pieces, qui eſt contenu entre deux platines de cuivre rondes, qui ont quatre pouces de diametre, outre une bordure de deux lignes & demie de largeur, tournée en forme de moulure, qui ſert à orner celle d'en-bas. Ces deux platines ſont aſſemblées parallelement entr'elles, & à deux pouces de diſtance l'une

ne de l'autre, par trois piliers tournés & placés aux endroits marqués *A*, *B*, *C*, *Pl.* 6. *Fig.* 1. Comme toutes ces pieces ne ſont point à la même hauteur, & que pluſieurs d'entr'elles recouvrent celles qui ſont au-deſſous, je prends le parti de les faire paroître dans deux plans ſéparés, en avertiſſant que celui de la *Fig.* 2, eſt environ un pouce au deſſus de la platine d'en-bas, comme on le peut voir encore par la *Fig.* 3, qui repréſente le profil de la machine. Dans ces 3 figures, tout eſt deſſiné en proportion, ſuivant l'échelle de quatre pouces qui eſt au-deſſus.

D E, *Fig.* 1, eſt une regle de cuivre qui a une ligne d'épaiſſeur, & qui peut gliſſer d'environ trois lignes ſur la platine, y étant retenue par deux vis à repos & à têtes plates, qui traverſent deux rainures à jour, pratiquées en *D* & en *E*. Sur le milieu de cette regle eſt attachée la piece *F*, par une vis qui la ſerre, & un petit pied de chaque côté pour l'empêcher de tourner, de ſorte qu'elle fait corps & ſe meut avec elle ; & afin qu'elle ſe contienne toujours dans le même

plan, elle a une petite queue *G*, qui passe sous une bride *H*, qui l'empêche de s'élever de bas en haut.

En *I*, est un petit pilier d'acier tourné, qui s'éleve perpendiculairement, & qui est terminé par un pivot fort menu, de deux lignes de longueur. Ce pivot passe dans la fourchette *L*, *Fig.* 2, pratiquée à la piece *K*, & la peut faire tourner, parce que cette piece est mobile avec un arbre d'acier *m*, *Fig.* 3, dont les pivots ont leurs trous dans les platines; & pour faciliter ce mouvement, la piece *F*, est ouverte autant qu'il le faut, pour aller & venir d'une certaine quantité, sans toucher à cet arbre.

La piece *K*, encore ouverte en fourchette par son autre extrêmité, mene le rateau *N*, qui porte en dessous une cheville, fort près de l'arbre *p*, avec lequel il tourne, & dont les pivots sont reçus dans les deux platines. Le rateau engrene un pignon fort menu, porté par un coq *o*, qui est attaché avec une vis sur la platine d'en-bas, & qui est contenu par un autre coq *r*, attaché de même sous la platine d'en-haut; son pivot excede

de de deux bonnes lignes pour porter une aiguille fort légere, semblable par la figure, à celles des pendules. La piece *K*, eſt ouverte au milieu autant qu'il le faut, pour ſe mouvoir, ſans que le pignon lui faſſe obſtacle.

L'aiguille eſt montée ſur un petit canon de cuivre, qui entre à frottement ſur le pivot du pignon, afin qu'on ait la commodité de la placer avant l'expérience, ſur tel point qu'on voudra du cadran: ce cadran ſera un cercle ou une platine ronde qu'on rapportera ſur la cage de la machine, & qu'on y attachera avec des vis; ſa diviſion eſt fort arbitraire; celui de mon pyrometre eſt diviſé en deux cents parties égales, diſtinguées par dixaines & numérotées de cinq en cinq.

L'arbre du rateau porte par en-bas un petit levier *q*, ayant à ſon extrêmité & en-deſſous une cheville qui eſt pouſſée d'arriere en avant, par un reſſort *S*, de ſorte que le rateau tend toujours à venir ſur le devant de la cage; mais au moyen de deux autres chevilles *t t*, qui s'élevent des deux côtés pour ſervir de *retentum* au petit

levier, l'excurſion du rateau eſt limitée, & il ne déſengrene jamais: l'action du reſſort qui le pouſſe toujours de même, ſauve auſſi le jeu de l'engrénage, qui détruiroit en partie l'effet du pyrometre.

Si l'on a bien entendu cette conſtruction, il eſt aiſé de voir que la regle *D E* venant à gliſſer ſuivant ſa longueur, & avec elle la piece *F*, le mouvement ſe communique par le pilier *I* à la piece *K*, laquelle étant conſidérée comme un levier qui a ſon centre de mouvement en *M*, doit communiquer à la cheville du rateau une vîteſſe proportionelle à la quantité, dont le grand bras ſurpaſſe en longueur le petit *M L*. On doit voir de même que la cheville placée près de l'arbre qui porte le rateau, ne peut ſe mouvoir avec un certain dégré de vîteſſe, que la dent qui termine le rayon ne ſe meuve plus vîte encore, & cela en raiſon de la diſtance reſpective au centre de mouvement: d'où il arrive que la regle *D E*, en faiſant très-peu de chemin, en fait faire beaucoup à l'aiguille qui eſt le dernier mobile. Il ſuit de-là que ſi l'on joint un

bar-

barreau de métal à la regle *D E*, & qu'on appuye ce barreau par l'autre bout, de maniere qu'il ne puiſſe pas reculer, la chaleur à laquelle on l'expoſera, ne le fera point allonger de la plus petite quantité, qu'on ne s'en apperçoive par le mouvement de l'aiguille.

Pour joindre un barreau de métal à la regle *D E*, je le termine par une vis comme *v*; mais de crainte qu'y étant joint ainſi immédiatement, il ne la contraigne, & qu'il ne gêne ſon mouvement, je mets entre les deux une double attache *V u*, compoſée de deux eſpeces d'étriers, dont l'un embraſſe la regle *D* par deux petites pointes à vis, qui lui donnent la liberté de tourner de haut en bas; tandis qu'un ſemblable étrier, auquel ſe joint le barreau, embraſſant la piece *V* par des pointes verticales, peut ſe mouvoir de droite à gauche. Il n'eſt plus queſtion maintenant que d'arrêter le barreau par l'autre bout; mais avant que d'en venir-là, il faut décrire le pied de la machine.

La cage du pyrometre eſt montée ſur un vaſe *A*, *Fig.* 4, qui a preſque 2

pouces ½ de hauteur, & qui s'établit ſur le bout d'une platine, dont *BC*, *Fig.* 5, repréſentent le plan: cette piece eſt élevée de 4 lignes par un bord incliné qui l'entoure, comme on le peut voir par la *Fig.* 6, qui en repréſente la coupe, ſuivant ſa longueur; de ſorte qu'il y a un vuide entre elle & la tablette de bois *FG*, qui fait le deſſus du pied *HI*.

La platine inférieure *K* de la cage, percée au centre, eſt traverſée par une forte vis, dont la tête ſe noye dans l'épaiſſeur, pour ne pas nuire à la regle *DE*, *Fig.* 1. qui la recouvre. Cette vis traverſe de même le vaſe *A*, la platine longue *bc*, & la tablette *fg*, ſous laquelle eſt un écrou à pans, que l'on place & que l'on ſerre par une ouverture ſuffiſamment large, qu'on a fait au fond du pied *HI*. Sur l'extrêmité de la platine longue vers *c*, eſt élevé perpendiculairement un pilier *M*, dont le tenon formé en vis, traverſe auſſi la tablette de bois *bc*, & dont l'écrou ſe ſerre encore par un trou pratiqué vis-à-vis de lui, au fond du pied. Voyez la coupe *BC*, *FG*, *Fig.* 6.

Les

Les pieces de métal que j'applique au pyrometre, & que j'ai nommées jusqu'ici, *Barreaux*, sont des cylindres passés à la filiere, qui ont 5 pouces ½ de longueur, sur 2 lignes de diametre; ils ont par un bout, comme je l'ai déja dit, quelques pas de vis, & sur l'autre on a formé un quarré qu'on fait entrer dans un manche *L*, & qu'on y retient par une vis de pression, pour les enlever quand ils sont trop chauds, & qu'on ne peut point les manier avec les doigts nuds.

La tête du pilier *M* est percée, & c'est par-là qu'on fait passer le cylindre qu'on veut mettre en expérience, pour le visser aux attaches, après quoi on l'arrête en serrant la vis *N*, dont le bouton est surmonté d'un quarré semblable à celui du cylindre, pour être saisi par le même outil. Le cylindre ainsi placé doit être parallele à la platine *bc*; l'intervalle de l'un à l'autre est de 2 pouces ½, & c'est dans cet espace que la lampe est placée.

La lampe *OP* a la forme d'un caisson; elle a 18 lignes de hauteur sur 5 pouces & demi de longueur, en y comprenant la queue *o* qui est traver-

ſée par le pivot d'un pilier *Q*, ſur lequel elle tourne horiſontalement ; le tenon de ce pilier eſt une vis qui traverſe la platine *B C*, & qui eſt ſerré par-deſſous avec un écrou.

Le deſſus de la lampe eſt creuſé en forme de gouttiere, comme on le peut voir par la coupe *pp*, & ſur ſa longueur ſont diſtribués à diſtances égales quatre porte-mêches, comme *R*, évaſés par le haut avec une petite portée au-deſſous ; le reſte eſt un canon de 3 lignes de longueur & d'une ligne & demie de diametre intérieur. En *S* eſt un bouchon à vis, qu'on ôte pour vuider la lampe après l'expérience, & qui ſert lorſqu'il eſt en place à la retenir dans une ſituation qui mette les mêches allumées préciſément ſous le cylindre qu'on veut chauffer. Ce bouton monte ſur un plan incliné, qui traverſe une partie de la largeur de la platine *b c*, & qui eſt terminé par un arrêt qui empêche le bouton de paſſer outre, comme on le peut voir en *s*.

La lampe & toutes les autres pieces que j'ai décrites auparavant, ſont de cuivre, & peuvent être façonnées au tour & à la lime ; mais on rendra cet-

te

te machine beaucoup plus élégante, en faisant modéler avec de la cire sur du bois, des ornements à-peu-près semblables à ceux qui sont dessinés dans les figures. Quand ces piéces seront fondues sur ces modeles, qu'elles auront été réparées par un Ciseleur, & mises en couleur d'or, elles ne seront pas beaucoup plus cheres, que si elles étoient en cuivre poli, & elles seront bien moins sujettes à se ternir & à se rouiller. Si l'on prend ce parti, il faudra que la bordure de la platine *K* soit ornée de même; & pour défendre de la poussiere les pieces qui sont dans la cage & le cadran, on fera bien de couvrir le tout avec un verre semblable à ceux des montres, encadré d'une lunette assortie au reste, & qui soit jointe par trois ou quatre petites vis à une virole de cuivre poli, dont le bord inférieur soit reçu dans une rainure circulaire creusée autour de la platine *K*.

J'ai fait plus, pour conserver aux yeux l'agrément des pieces qui sont dans la cage, & en laisser voir le jeu, j'ai fait la virole *TT* de crystal, en la prenant sur un récipient de mesure

que

que j'ai fait couper, & auquel j'ai fait par en bas une échancrure pour donner passage à la regle *D E*.

Le pied *H I* est de bois, comme je l'ai déja dit; il a 3 pouces ½ de large sur 11 pouces ½ de longueur, avec un tiroir sur le petit côté *g I*, pour renfermer les cylindres & le manche *L* qui sert à les manier quand ils sont chauds. Ce pied, s'il est fait de bois commun, sera orné par le Vernisseur; mais comme ce qui peut tomber de la lampe, ne manqueroit pas d'y faire des taches, il vaudroit beaucoup mieux que l'Ebéniste le fît en bois de couleur plaqué.

Mes pyrometres sont assortis de cylindres d'argent, de cuivre rouge, de laiton, de fer doux, d'acier, d'étain & de plomb: je ne fais pas la dépense d'en avoir en or, parce que, quoique cet instrument soit très-joli, & très-propre à montrer que les métaux s'allongent quand on les chauffe, & qu'ils s'allongent plus les uns que les autres quand on les chauffe également & pendant un même espace de temps, je ne dissimulerai pas qu'il faut employer d'autres moyens, si l'on veut sça-

ſçavoir avec une grande préciſion, les rapports qu'il y a entre ces différentes quantités : & ces moyens ne ſont pas de nature à être employés devant des commençants, & dans une école publique.

Dans la lampe du pyrometre il ne faut brûler que de l'eſprit-de-vin avec des mêches de fil de coton fin, qu'on tiendra courtes 6 lignes au-deſſous du cylindre : pour préparer la lampe on la tirera à ſoi en la faiſant tourner un quart de tour ſur ſon pivot ; on enlevera un des porte-mêches, & par le trou qu'il aura laiſſé vuide, on fera entrer environ plein deux cuillers à bouche de bon eſprit-de-vin ; on remettra le porte-mêche, & l'on allumera ; après quoi on pouſſera la lampe dans la place qu'elle doit occuper. Vous pourrez laiſſer agir le feu autant de temps que vous voudrez ſur les cylindres d'argent, de cuivre, de fer & d'acier ; mais celui de plomb, & encore plutôt celui d'étain, tomberoit en fuſion, ſi vous ne modériez l'action du feu en allumant moins de mêches ; & en les laiſſant brûler moins de temps ſous ces deux métaux.

Quand

Quand vous voudrez mettre un des cylindres en expérience, vous commencerez par le joindre à la regle *DE*; puis vous tirerez l'autre bout qui dépaſſe la tête du pilier *M*, pour faire venir le rateau en-devant, & vous ſerrerez la vis *N*; après cela vous enleverez l'aiguille du cadran de deſſus ſon pivot, pour la remettre de maniere qu'elle réponde à zéro de la graduation; & ayant recouvert la cage, vous pouſſerez les mêches allumées ſous le cylindre; & ſi vous vous appercevez que l'air trop agité jette les flammes de côté, vous lui oppoſerez un carreau de verre, qui arrête ſes impulſions, ſans cacher la machine aux ſpectateurs.

Dans le cas où l'on ne pourroit pas ſe procurer un pyrometre tel que celui que je viens de décrire, en voici un qu'on pourra conſtruire à peu de frais, & qui n'exige pas une main ſi habile. Prenez un morceau d'ardoiſe qui ait environ un pied de longueur ſur ſix à ſept pouces de largeur, chantournez-la comme *ABCD*, *Pl.* 7, *Fig.* 1, faites-y une ouverture *abcd* de 6 pouces de longueur ſur 2 de largeur,

geur, & uniſſez une de ſes faces d'abord avec la lime, & enſuite, en la frottant avec du ſablon & de l'eau ſur une pierre dure qui ſoit droite, ou ſur le revers d'une table de marbre; couvrez la partie *BCD* d'un demi-cercle de cuivre diviſé en autant de parties qu'il vous plaira; placez au centre, ſous un petit coq, un cylindre d'acier, d'une ligne de diametre, dont les pivots ſoient très-fins, & que celui d'en-haut excede de quelques lignes, pour recevoir une aiguille très-légere. Attachez encore une autre piece de cuivre *a d A*, au bord de laquelle il y ait une petite virole garnie d'un fond. Pour loger le bout du cylindre *E*, limez quarrément l'autre bout de ce cylindre ſur une longueur de 4 lignes, de maniere que cette partie puiſſe s'appliquer bien exactement ſur le cylindre d'acier tournant; & afin qu'elle puiſſe le faire tourner en cheminant ſuivant ſa longueur, vous y laiſſerez les traits d'une lime bâtarde dans une direction qui ſoit à angle droit avec ſa longueur; & vous rendrez rude la ſurface du petit cylindre d'acier en le faiſant

ſant rouler deux ou trois fois entre deux limes neuves qui ne ſoient pas tout-à-fait douces. On voit bien que mon intention eſt de faire tourner cette derniere piece avec l'aiguille qu'elle porte, par le ſeul frottement du cuivre contre l'acier, & pour rendre cet effet encore plus ſûr, il faut que la partie frottante du cuivre ſoit pouſſée par un reſſort *F*, qu'on attachera avec une vis, en retenant la queue avec une petite goupille.

Quand vous aurez ainſi préparé cet inſtrument, vous le monterez ſur une tablette de bois, chantournée comme lui, en l'élevant ſur 4 piliers de cuivre tournés de 2 pouces & ½ de longueur chacun, que vous placerez en *A*, en *B*, en *D* & vers *C*. Celui-ci ſera viſſé dans le bois par en bas, & il ſera arrêté en haut avec une vis qui traverſera le cuivre & l'ardoiſe. Les trois autres feront fixés de même par en haut; mais ils auront à l'autre bout un tenon à vis qui traverſera la tablette, & qui ſera retenu en-deſſous par un écrou tourné en bouton, deſorte que toute la machine portera ſur ces trois derniers pieds.

Vous

Vous ferez la lampe de fer-blanc, en imitant le plus que vous pourrez la conſtruction de celle que j'ai décrite ci-deſſus, & ayant ſoin de régler la hauteur & les porte-mêches de telle ſorte, que les flammes puiſſent atteindre au cylindre *E*. Voyez la figure 2 qui repréſente la machine vue de profil.

On ſent bien que plus cette machine ſera grande, plus ſes effets ſeront ſenſibles ; mais ſi l'aiguille devient lourde, alors le ſimple frottement ne ſuffira plus pour mener le cylindre d'acier ; il faudra y ſubſtituer un pignon fort menu, & faire une denture à la partie frottante du cuivre.

A l'occaſion des expériences du pyrometre, j'ai dit que le froid & le chaud cauſant plus de changement à la denſité de certains métaux, qu'à celle des autres, on devoit s'attendre qu'un clavecin ſe déſaccorderoit dès que la température du lieu viendroit à changer conſidérablement ; parce qu'une partie des cordes étant de fer & l'autre de cuivre, les unes au même degré de chaleur ſe dilateroient plus que les autres, & ſe trouveroient pro-

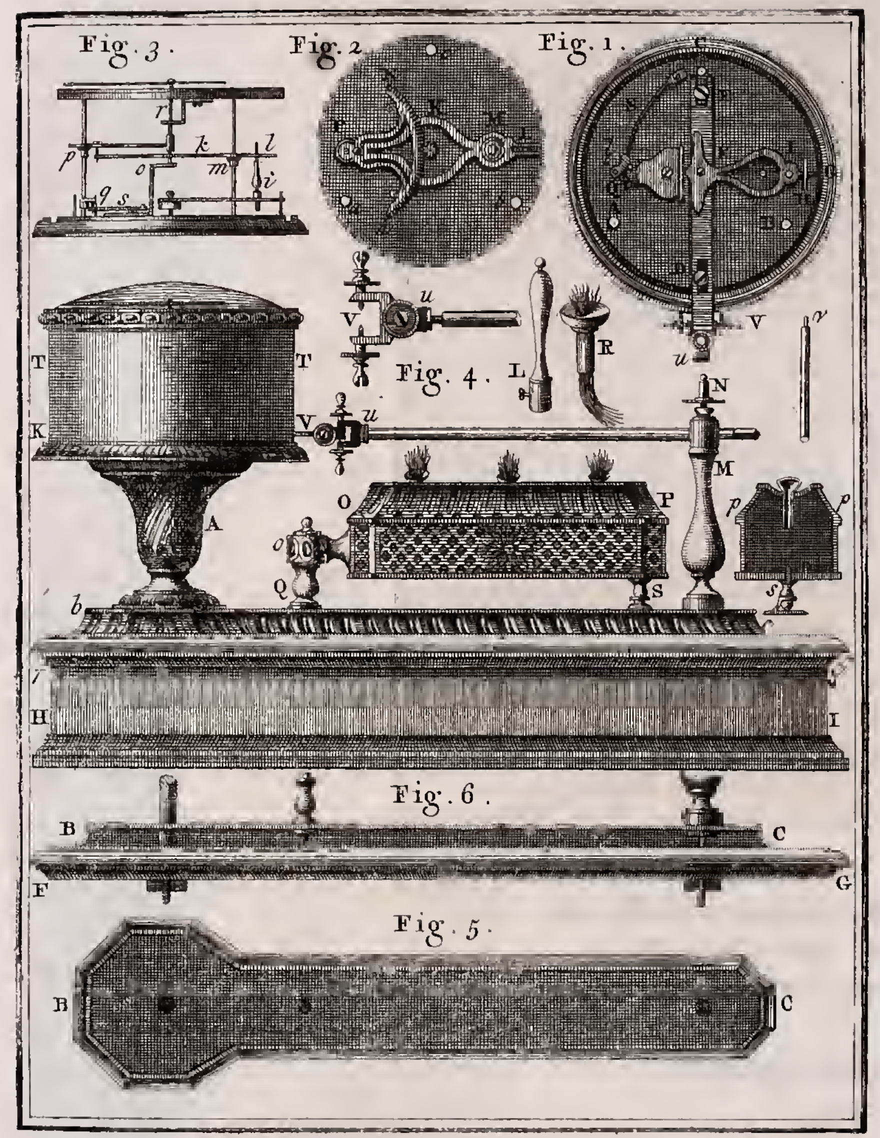
por-

portionnellement moins tendues entre les chevillettes auxquelles elles sont attachées : on peut prouver cela par une expérience qui ne coûtera pas beaucoup à faire.

Sur une regle de bois d'un pouce d'épaisseur & de quatorze à quinze pouces de longueur, ayant à chaque bout un chevalet, tendez deux cordes, l'une de fer, l'autre de cuivre jaune, par le moyen de deux chevilles semblables à celles d'un violon ; mettez-les à l'unisson l'une de l'autre ; si vous les faites passer un instant au-dessus d'un réchaud plein de charbon allumé, & que vous les pinciez aussi-tôt, vous remarquerez infailliblement qu'elles ne sont plus d'accord ; elles s'y remettront en se refroidissant, à moins qu'elles n'ayent souffert une trop grande chaleur.

Troisieme Expérience.

XIV. Leçon. III. Section. Pl. III. SUIVEZ exactement ce qui est marqué dans la *préparation* de cette expérience ; lisez de plus les *Avis* que j'ai ajoutés dans une note qui commence au bas de la page 376, du Tome IV. des


Fig. 3.
Fig. 2
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 5.

des *Leçons de Phyſique*, à laquelle j'a- *Fig.* 9.
joute ici, qu'au lieu d'étalonner un 10, 11,
ſeul verre pour y éprouver ſucceſſi- 12, 13.
vement la dilatabilité du mercure & & 14.
celle des trois autres liqueurs, vous ferez mieux d'en préparer quatre, & de laiſſer dans chacun d'eux la liqueur dont il aura d'abord été rempli; l'expérience alors ſe pourra faire aiſément & en peu de temps, puiſqu'il ne s'agira plus que de tenir pendant un bon quart-d'heure les quatre verres dans de la glace pilée, & de les plonger l'un après l'autre dans l'eau bouillante.

En parlant par occaſion des thermometres comparables, j'ai inſiſté davantage ſur celui de Mr. de Reaumur, parce que c'eſt celui dont on fait le plus d'uſage aujourd'hui; mais je me ſuis contenté d'en indiquer les principes, en renvoyant pour la conſtruction au Mémoire de l'Auteur, qu'on trouve dans le volume de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1730; je renvoie encore à la même ſource le lecteur qui voudra s'inſtruire bien complétement ſur ce ſujet; il y trouvera des détails curieux & fort in-

instructifs pour un homme qui s'applique à la Physique expérimentale, mais que je ne puis faire entrer ici; je me bornerai à quelques remarques dont on pourra s'aider, si l'on n'est point à portée de consulter l'ouvrage de M. de Reaumur; je les offre même à ceux qui l'auront lu, parce qu'elles contiennent quelques changements utiles & quelques abréviations dans les procédés auxquels l'expérience nous a conduits.

M. de Reaumur a choisi le degré de froid par lequel l'eau commune commence à se geler, comme un point fixe, au-dessus duquel il compte les degrés de dilatation de la liqueur dont le thermometre est rempli, & au-dessous, ceux de la condensation de cette même liqueur. Nous avons reconnu depuis, lui & moi, qu'il étoit plus commode & plus sûr de prendre ce degré dans de la glace pilée qui commence à se fondre; car quand on fait geler l'eau dans un laboratoire, il faut employer un froid artificiel produit par un mêlange de glace & de quelque matiere saline: cette opération demande du temps & des soins:

le

le vaſe qui contient l'eau étant ſaiſi alors par un froid plus grand que celui de la ſimple congélation, il eſt à craindre que les couches de glace, qui ſe forment aux parois intérieures, ne ſe reſſentent de cet excès, & que le refroidiſſement ne ſoit point uniforme dans toutes les parties du bain dans lequel on tient le thermometre plongé: on ſait que quand l'eau eſt devenue glace, elle eſt encore ſuſceptible de ſe refroidir beaucoup au-delà; & l'expérience nous a fait connoître que la glace pilée, qu'on tient dans un baquet en ſuffiſante quantité, retient la liqueur du thermometre au même point, juſqu'à ce qu'il y en ait une grande quantité, comme le tiers ou même la moitié tournée en eau.

Si l'on ſe ſert de glace de neige, ou de grêle ramaſſée dans un jardin ou dans la rue, pendant qu'il gele fortement, il faut lui donner le temps de perdre ſon excès de froid, & de revenir au degré de la ſimple congélation; ce qui ſera fort prompt dans un lieu où il ne gele pas, & ce qu'on appercevra aiſément par un commencement de liquéfaction.

Si l'on fait un vaiſſeau exprès pour tenir des thermometres à la glace, il eſt à propos qu'il y ait près du fond un robinet, ou quelque choſe d'équivalent pour faire écouler l'eau, quand on s'apperçoit qu'elle devient trop abondante.

Quand on met un thermometre à la glace pour y marquer le terme que M. de Reaumur appelle *la congélation de l'eau*, il faut lier ſur le tube un fil très-fin que l'on fait gliſſer à l'endroit où ſe fixe la liqueur, & qu'on y arrête un quart-d'heure après, &, avant de l'ôter de la glace, en paſſant deſſus un peu de colle de poiſſon ou de vernis, avec un petit pinceau.

Dans le Mémoire cité ci-deſſus, M. de Reaumur a expliqué comment, en ſuivant ſes principes, on peut conſtruire des thermometres comparables avec toute autre liqueur que celle qu'il a employée, pourvu qu'on ait ſoin de déterminer & de faire connoître ſon degré de dilatabilité; ceux qui en voudront faire avec du mercure ou de l'huile de lin, pour les plonger dans des matieres plus chaudes que l'eau bouillante, trouveront dans cet ouvrage les

les inſtructions néceſſaires ſur cet article : je ne parlérai ici que de l'eſprit-de-vin teint en rouge, qui eſt la liqueur ordinaire de ces thermometres.

On peut y employer l'eſprit-de-vin le plus rectifié ; mais comme il ne s'en trouve point partout, il vaut mieux ſe ſervir de celui qui eſt plus commun. En ſuivant M. de Reaumur, nous affoibliſſons encore celui-ci avec un quart d'eau, c'eſt-à-dire, que nous mêlons une partie d'eau bien pure avec trois parties d'eſprit-de-vin, tel qu'il ſe trouve communément chez les Droguiſtes; cette liqueur fait un peu moins de chemin dans le tube du thermometre, que n'en feroit de l'eſprit-de-vin plus pur ; mais elle a ſur lui un avantage conſidérable, c'eſt qu'elle ſouffre un plus grand degré de chaleur avant de bouillir ; ce qui fait qu'on riſque moins de caſſer le thermometre en le plongeant dans l'eau bouillante, ou prête à bouillir.

Après avoir mêlé enſemble l'eſprit-de-vin & l'eau, il faut y ajouter peu-à-peu de l'orſeille, juſqu'à ce que la liqueur paroiſſe ſuffiſamment teinte, & la laiſſer repoſer pendant vingt-quatre heures pour la tirer au clair,

ſoit avec un ſiphon, ſoit en inclinant le vaiſſeau doucement. Pour teindre la liqueur des thermometres, l'orſeille vaut mieux que le bois de Bréſil, qui donne une teinture graſſe, & qui s'attache aux parois intérieures du tube: elle a pourtant un défaut, ſa couleur diſparoît au bout d'un certain temps; mais on la rétablit dans une minute, en deſcellant le tube & en donnant de l'air à la liqueur.

Quand on a compoſé & teint la liqueur deſtinée à la conſtruction des thermometres, il faut éprouver ſon degré de dilatabilité; il faut qu'en s'échauffant depuis le froid de la glace, juſqu'au degré de chaleur qui fait bouillir l'eau commune, ſon volume augmente de $\frac{80}{1000}$, & je dis qu'il faut s'en aſſûrer par une épreuve; car, comme tous les eſprits-de-vin ne ſont pas de la même force, un quart d'eau qu'on y mêle, peut être trop ou trop peu, pour donner juſtement ce degré de dilatabilité à la liqueur.

On choiſira donc un matras dont la boule ſoit groſſe comme une orange, le col gros comme le petit doigt extérieurement, & long d'environ 15

pou-

pouces, *Fig.* 2. On y fera entrer 400 meſures connues de la liqueur qu'on veut éprouver, & ces meſures feront de telle grandeur, que la derniere n'arrive qu'à un pouce ou deux au-deſſus de la naiſſance du col. Voilà ſans doute le plus difficile de l'opération; mais avec un peu de patience & d'attention on en viendra à bout, en s'y prenant comme je vais le dire.

Il faut faire ſouffler, ou ſouffler ſoi-même à la lampe d'Emailleur, une cinquantaine de ces petits chalumeaux capillaires & renflés du milieu, (*A*, *Fig.* 3) dont j'ai déja parlé en pluſieurs endroits & ſpécialement dans la premiere partie de cet ouvrage, *Tome* I, *page* 200. Il faut en avoir de différentes grandeurs, depuis celle d'un petit œuf de poule, juſqu'à celle d'une petite aveline ou d'une olive, & que les tubes de part & d'autre ſoient aſſez longs pour qu'on en puiſſe retrancher une grande partie, ſans préjudice à la commodité de l'inſtrument; on en prendra un des plus petits, on l'emplira de mercure en ſuçant par un bout avec la bouche, & on le vuidera 10 ou 20 ou 30 fois dans un verre à boi-

 re

re *B*, dont le fond ſoit fort étroit; après quoi l'on en cherchera un autre dans les plus gros, qui puiſſe ſe remplir exactement avec ces 10 ou 20 ou 30 meſures: & s'il ſe trouvoit ſeulement un peu trop petit pour contenir le tout, on diminuera un peu la capacité du petit, en retranchant une partie de ſon tube, & l'on recommencera la premiere opération; il eſt aiſé de voir que par ce moyen, on parviendra à ſe procurer des meſures, qui feront des unités, des dixaines, des vingtaines, des trentaines, &c.

A l'aide de ces inſtruments, on fera couler 400 meſures de liqueur dans le matras, & ſi cette quantité le rempliſſoit ou beaucoup plus ou beaucoup moins que je ne l'ai preſcrit ci-deſſus, on en choiſira un autre d'une capacité plus convenable, on en trouve à choiſir chez les marchands de verreries. Vous mettrez le matras *C*, *Fig.* 4. avec la liqueur qu'il contient dans un ſeau rempli de glace pilée; & quand la liqueur ſera condenſée autant qu'elle peut l'être par ce degré de froid, vous marquerez avec un fil menu *d*, lié & collé autour du col du matras, l'endroit

droit précifément où elle s'eft fixée, & pour en être plus fûr, vous la laifferez une bonne demi-heure dans cet état.

Le matras étant tiré de la glace, vous le plongerez dans une grande caffetiere de fer-blanc *E*, *fig.* 3. ou dans quelqu'autre vafe équivalent, rempli d'eau, pofé fur un réchaud plein de charbons allumés, jufqu'à ce que l'eau foit fort chaude, mais non pas bouillante; alors vous ôterez le matras, vous lierez un fil menu *e* vers le haut du col, & vous le plongerez de temps en temps dans l'eau, à mefure qu'elle continuera de s'échauffer. Lorsqu'elle bouillira tout-à-fait, vous ferez encore plufieurs immerfions de peu de durée, pour éviter que la liqueur venant à bouillir brusquement elle-même, ne s'élance au-dehors; enfin, quand elle aura monté vers le haut du tube, & qu'après quelques petits bouillonnements, elle fera retombée, vous ferez gliffer le fil à l'endroit où elle fe fera arrêtée, & vous éprouverez encore fi, après quelques immerfions promptes dans l'eau bouillante, elle retombe toujours au même endroit, après

quoi vous fixerez le fil en le collant avec un peu de vernis. Il faut favoir que le degré de chaleur qui fait bouillir l'eau eſt plus ou moins grand, ſelon que la ſurface eſt plus ou moins preſſée par le poids de l'air de l'athmoſphere; ainſi pour faire cette opération avec exactitude, il faut choiſir un temps & un lieu où le barometre ſoit, par exemple, à 28 pouces.

Ayant donc ainſi pris le terme de l'eau bouillante, vous laiſſerez refroidir le matras & ce qu'il contient, & vous le remettrez dans la glace, autant de temps qu'il faudra pour que la liqueur deſcende jusqu'au fil d'en bas; alors vous y ferez couler 32 meſures de mercure, qui, tombant dans la boule, feront monter dans le col 32 meſures de liqueur colorée, qu'elles auront déplacées; & ſi cette quantité de liqueur ainſi ſoulevée monte juſtement au fil d'en-haut, vous ferez ſûr que l'eſprit-de-vin ainſi préparé, a le degré de dilatabilité que vous cherchez, c'eſt-à-dire, que depuis le froid de la glace jusqu'au degré de chaleur qui fait bouillir l'eau, il ſe dilate de 80 milliemes; car ſi ſur 400 meſures il y a

a une dilatation de 32, fur 1000 mesures qui contiennent deux fois & demi le nombre de 400, il y aura par le même degré de chaleur, une dilatation qui égalera deux fois & demi 32, ce qui fera 80. Au cas que les 32 mesures de mercure ne fiffent pas monter la liqueur jusqu'au fil d'en-haut, il faudra augmenter la dilatabilité de la liqueur compofée, en y mettant un peu d'esprit-de-vin pur, ou faire le contraire avec de l'eau, fi la liqueur montoit plus haut que ce même fil; de forte qu'après quelques épreuves conduites comme je viens de le dire, on auroit un esprit-de-vin affoibli, & propre aux thermometres de M. de Reaumur. Le Phyficien qui prévoira devoir conftruire de ces inftruments dans la fuite du temps, fera bien de préparer tout d'un coup une certaine quantité de cette liqueur, qu'il aura foin de tenir dans des bouteilles bien bouchées.

Les petits thermometres, ceux dont la boule eft groffe comme une cerife, avec un tube qui a une demi-ligne de diametre intérieurement fur dix à douze pouces de longueur, ces ther-

mometres, dis-je, sont préférables aux grands; 1°, parce qu'ayant une moindre masse de liqueur à échauffer ou à refroidir, ils prennent plus promptement, & indiquent plus sûrement la température actuelle du lieu où on les a placés, ou de la matiere dans laquelle on les a plongés; 2°. parce qu'ils sont plus portatifs, plus maniables, & qu'ils entrent plus facilement dans la plupart des endroits où l'on veut les placer; 3°. parce qu'ils se font avec moins de dépense; mais on ne peut guere compter sur leur exactitude, que l'on n'ait commencé par en faire de très-grands: la quantité de liqueur contenue dans le tube, d'une division à l'autre de l'échelle, doit être la millieme partie de la masse totale, & c'est par une mesure qu'il faut s'en assûrer; si une telle portion de la liqueur est extrêmement petite, il ne sera pas possible de la saisir exactement, ni de la rendre sans déchet sensible. Voilà pourquoi la boule aux premiers thermometres de M. de Reaumur avoit trois à quatre pouces de diametre, le tube quatre à cinq pieds de hauteur, avec un diametre de trois à quatre lignes

gnes intérieurement, afin qu'on pût saisir les milliemes de la liqueur, avec un de ces petits chalumeaux de verre dont j'ai parlé plus haut. Choisissez donc à la Verrerie, si vous en avez la commodité, trois ou quatre tubes de la grosseur à-peu-près & de la longueur dont je viens de faire mention; faites souffler au bout de chacun d'eux, une boule d'environ trois pouces ½ de diametre: ou bien, si vous ne pouvez mieux faire, un Emailleur vous soudera des tubes à des boules de matras, que vous aurez choisis dans le magasin d'un Fayancier. En procédant comme je l'ai enseigné ci-dessus, au sujet du matras propre à éprouver le degré de dilatabilité de la liqueur à thermometre, vous mettrez dans chacun de vos verres 1000 mesures d'eau commune, qui remplissent la boule & environ le quart ou le tiers du tube. Si vous avez la patience d'approprier vos mesures de telle sorte, que la millieme arrive justement à cette hauteur dans le tube, ce sera le mieux; mais quand les 1000 mesures d'eau suffiroient à peine pour emplir la boule, ou qu'elles ne la rempliroient pas même tout-à-

fait, vous pourrez aiſément remédier à ce défaut, & faire monter l'eau à tel endroit qu'il vous plaîra dans le tube, en diminuant la capacité de la boule avec des petits tronçons de verre ou d'émail, ſolides, & non creux, que vous y ferez entrer par le tube: tous les Emailleurs ont du verre & des émaux tirés en baguettes, qui ſe coupent à telle longueur que l'on veut, quand on les a marquées avec le tranchant d'une lime douce, ou avec celui d'une pierre à fuſil.

Je ſuppoſe donc que les 1000 meſures d'eau ſe terminent au quart ou au tiers de la hauteur du tube, vous lierez en cet endroit un fil menu que vous arrêterez avec un peu de vernis; enſuite vous ôterez du tube 25 meſures de l'eau qu'il contient, & vous attacherez le verre ſur une planche couverte d'un papier blanc, & ouverte en bas par un trou rond dans lequel la moitié de la boule puiſſe ſe loger, *Fig.* 4.

Le verre ainſi préparé ſera placé debout & d'une maniere ſolide, dans un lieu dont la température ne ſoit point ſujette à changer beaucoup pendant

dant l'opération qui va ſuivre. Vous ferez un trait ſur la planche vis-à-vis le niveau de l'eau; enſuite vous prendrez la meſure qui contient un millieme, vous la remplirez de mercure que vous ferez couler dans la boule; l'eau montera d'autant dans le tube, & vis-à-vis de ſa ſurface vous marquerez un ſecond trait; vous continuerez ainſi toutes les diviſions de l'échelle jusqu'en haut; vous les diſtinguerez de 10 en 10, & même de 5 en 5, par des lignes un peu plus longues.

Cette diviſion étant achevée, vous ôterez le verre de deſſus ſa planche pour le vuider, le bien égoutter & le remplir avec la liqueur qui a été préparée & éprouvée, de ſorte qu'il y en ait dans le tube jusqu'environ un pouce au-deſſus du fil marqué *o*; après quoi, vous plongerez la boule & une partie du tube dans un ſeau un peu profond & rempli de glace pilée, comme *F*; la liqueur alors condenſée par le froid, deſcendra dans le tube, & quand elle ſera fixée, ſi elle ſe trouve au-deſſus du fil, il faudra ôter l'excédent avec un tube capillaire en ſuçant ou en y plongeant à pluſieurs repriſes

une petite lame de plomb ſuſpendue au bout d'un fil de ſoie; ſi au contraire elle ſe trouve au-deſſous du fil, il faudra en ajouter ce qui ſera néceſſaire pour la mettre de niveau à cette marque.

Il eſt à propos que la liqueur de ces gros thermometres ſoit purgée d'une partie de l'air qu'elle contient ou qui pourroit s'être attaché aux parois intérieures du verre, & aux morceaux d'émail, s'il en eſt entré dans la boule; pour cet effet on chauffera l'inſtrument dans un bain d'eau chaude, jusqu'à ce que la liqueur ſoit montée presque jusqu'au haut du tube, que l'on bouchera alors avec une boulette de cire molle; ſi l'on couche enſuite le thermometre ſur une table, de maniere que le bout du tube ſoit ſeulement de quelques pouces plus haut que la boule, il ſe dégagera de la liqueur des bulles d'air que l'on fera ſortir en remettant l'inſtrument dans une ſituation verticale, & en débouchant le haut du tube; en répétant trois ou quatre fois cette petite manœuvre, on purgera ſuffiſamment la liqueur de l'air qui pourroit être nuiſible: mais il arrive

rive presque toujours que cette opération diminue d'un demi-degré ou environ le volume de la liqueur ; il eſt à propos de remettre le thermometre à la glace, pour s'aſſurer de ce qui lui manque, & remettre la liqueur au niveau du fil qui marque le terme de la congélation. On peut alors ſceller le thermometre par en haut. Vous commencerez par amollir au feu de lampe le bout du tube, pour le tirer en capillaire, que vous ne ſcellerez pas encore ; vous chaufferez la boule dans un bain d'eau chaude, pour faire monter la liqueur à cinq ou ſix pouces près du bout ; c'eſt dans ce moment-là qu'il faut chauffer le bout du tube pour le ſceller à demeure, & laiſſer refroidir l'inſtrument pour empêcher qu'il ne ſe dégage de nouvel air.

Avant d'attacher le thermometre ſur ſa planche, il ſeroit bon de l'éprouver à l'eau bouillante : ſi l'on en a conſtruit trois ou quatre, il eſt à préſumer qu'il s'en trouvera quelqu'un dont le tube, plus large que les autres, relativement à la capacité de ſa boule, aura un plus grand nombre de degrés, tant au-deſſous qu'au-deſſus du terme

de

de la congélation; si ces derniers vont jusqu'à 80 ou un peu au-delà, il faudra chauffer la boule dans de l'eau qu'on fera bouillir, & prenant les précautions que j'ai prescrites, pour l'épreuve de la liqueur dans le matras: si la liqueur, ayant reçu dans l'eau bouillante toute la chaleur que celle-ci peut lui donner, reste au-dessous du chiffre 80, ou s'éleve au-dessus, c'est une marque qu'il y a erreur dans la graduation, & il faudra la recommencer; si au contraire la liqueur s'arrête justement à ce terme, on sera sûr d'avoir un thermometre bien gradué, & auquel on pourra avoir recours pour en régler d'autres.

M. de Reaumur, pour ne point laisser oublier les principes qu'il avoit suivis dans la construction de ses thermometres, vouloit qu'on écrivît dans le haut de la planche, le degré de dilatabilité de la liqueur contenue dans le verre; & qu'on avertît que chaque portion de tube, répondant à un degré de l'échelle, renfermoit un millieme du volume total de la liqueur condensée par le degré de froid qui commence à faire geler l'eau commune,

ne, ou qui ſuffit à peine pour la contenir dans l'état de glace.

Il faiſoit écrire, *terme de la glace*, ou *congélation de l'eau*, à l'endroit où répondoit le fil attaché ſur le tube, pour marquer où la liqueur s'étoit fixée, quand on avoit tenu le thermometre à la glace.

Au-deſſus de ce terme, il comptoit en montant à droite, les degrés de dilatation ou de chaleur avec des chiffres de 5 en 5 jusqu'à 80, & au-deſſous du même terme & du même côté, les degrés de condenſation ou de froid, marqués de même jusqu'à 25 ou 30.

A gauche il marquoit auſſi de 5 en 5 de combien le volume de la liqueur, en partant du terme de la glace, étoit augmenté par la dilatation, ou diminué par ſa condenſation; ainſi vis-à-vis le chiffre 5 en montant, il écrivoit 1005, & vis-à-vis le pareil chiffre en deſcendant, il marquoit 995, &c. pour faire entendre qu'au premier de ces deux termes le volume de la liqueur étoit augmenté de $\frac{5}{1000}$ par la raréfaction, & qu'au deuxieme il étoit diminué d'autant par la condenſation.

Outre

Outre cela ſon intention étoit qu'on marquât la température des ſouterrains profonds, qu'il rapportoit à 10 ½ au-deſſus du terme de la glace; celui de la chaleur animale qu'il avoit eſtimé 32 ½ d'après ſes propres obſervations; enfin en tenant ſon thermometre dans un froid artificiel, avec un ancien thermometre de M. de la Hyre, où eſt marqué le froid de 1709, il avoit trouvé qu'il falloit le rapporter au quinzieme du ſien, au-deſſous du terme de la congélation. M. de Reaumur a continué d'enrichir la planche de ſon thermometre, de pareilles obſervations ſur le froid & ſur le chaud, on y voit qu'en 1740 le plus grand froid de l'hyver à Paris a fait deſcendre la liqueur à 10 degrés ½, celui de 1742 à 13 degrés ½, on voit auſſi que la plus grande chaleur des années 1706, 1724, 1738 a été de 29 degrés ½, &c. Voyez la *figure* 5, qui repréſente un de ces grands thermometres achevé.

Avec un thermometre conſtruit comme je viens de l'enſeigner, on pourra s'en procurer fort aiſément de bien plus petits, & qui ſeront auſſi juſtes, en

en ſuivant les procédés que je vais expoſer.

Choiſiſſez, ou dans une Verrerie, ou chez un Emailleur, le nombre qu'il vous plaîra de tubes de verre blanc, qui ayent chacun douze à quatorze pouces de longueur, qui ſoient bien cylindriques, & dont le diametre intérieur ait une demi-ligne ou deux tiers de ligne ; faites-y ſouffler des boules, ou ſoufflez-les vous-même ſi vous ſavez travailler à la lampe. Comme les tubes ſeront infailliblement un peu plus étroits les uns que les autres, il faudra de même que les boules ſoient inégalement groſſes. Vous leur donnerez depuis 7 jusqu'à 9 lignes de diametre ; & s'il s'en trouve quelques-unes un peu plus groſſes, il ne les faut rebuter qu'après les avoir toutes éprouvées de la maniere ſuivante.

Vous commencerez par remplir tous vos verres avec la même liqueur qui a été préparée pour les grands thermometres ; cette opération ſe fait ainſi : on met une certaine quantité de cette liqueur dans un gobelet, on chauffe légérement la boule du verre, & on plonge un inſtant le bout du tube

dans

dans la liqueur, afin que la pression de l'air y en fasse entrer la longueur de deux pouces ou environ, qu'on chasse jusque dans la boule en soufflant avec la bouche. Tous les verres étant ainsi chargés de quelques gouttes de liqueur, on les reprend les uns après les autres, & l'on chauffe la boule en la tournant au-dessus d'un réchaud plein de charbons bien allumés, jusqu'à ce que la liqueur, convertie en vapeur dilatée, ait rendu le tube fort chaud, alors on en plonge le bout dans le gobelet, & dans l'instant le verre se remplit.

Il reste ordinairement dans la boule, quelques bulles d'air qu'il en faut faire sortir; on en vient bien-tôt à bout en prenant le tube d'une main par le bout, & en le faisant tourner rapidement trois ou quatre tours au bout du bras étendu, de maniere que la boule se trouve dans la circonférence d'un grand cercle, *Fig.* 6; car alors la force centrifuge fait avancer la liqueur qui est dans le tube vers la boule, & oblige le peu d'air qui se trouve devant elle à lui céder sa place; vous emplirez ainsi tous vos verres, de sorte que

la

la liqueur occupe toute la boule, & environ la moitié du tube, ſur lequel vous lierez deux fils très-menus, qui puiſſent gliſſer ſuivant ſa longueur.

Vous placerez les verres debout dans de la glace pilée avec un de vos grands thermometres, *Fig.* 3, ſur le tube duquel vous aurez marqué les dégrés de l'échelle de 10 en 10, ou de 5 en 5, avec autant de fils cirés, & vous attendrez que la liqueur de celui-ci ſoit fixée vis-à-vis le fil qui marque le terme de la congélation; alors, avec un chalumeau capillaire, vous ôterez ou vous ajouterez de la liqueur dans tous vos verres, juſqu'à ce qu'il y en ait juſqu'au tiers de la hauteur du tube, & vous arrêterez en cet endroit, l'un des fils qui gliſſent deſſus.

Cela étant fait, vous tranſporterez & le gros thermometre & les petits verres dans un bain d'eau, que vous échaufferez ou refroidirez en y mêlant de l'eau plus chaude ou plus froide, juſqu'à ce que la liqueur du grand thermometre ſoit bien fixée à dix degrés au-deſſus du fil de la congélation: alors vous amenerez le ſecond fil au niveau de la liqueur des petits verres, & vous

l'y

l'y arrêterez. Si vous voyez que l'espace compris entre les deux fils, puisse se trouver deux ou trois fois au-dessous du premier, & sept à huit fois au-dessus, vous continuerez de marquer ainsi les dixaines avec des fils bien arrêtés sur les tubes, en échauffant le bain de plus en plus jusqu'à quarante ou cinquante, ayant attention à chaque terme, d'entretenir le même dégré de chaleur dans le bain pendant un bon quart d'heure ou même plus, avant de fixer les fils.

Vous prendrez de même la premiere dixaine au-dessous du terme de la congélation, par un mêlange de glace pilée & de sel marin, dans lequel vous transporterez le grand & les petits thermometres ensemble: cette derniere opération demande plus d'adresse & d'attention que la précédente; trois parties de glace pilée avec une de sel de cuisine, produiront un refroidissement qui, avec un peu de temps & en renouvellant deux fois le mêlange, fera descendre la liqueur du grand thermometre de quinze degrés au-dessous du terme de la congélation; attendez qu'elle y soit, & entretenez-la un bon quart d'heu-

d'heure à ce terme; marquez alors avec un fil ſur chacun des petits thermometres l'endroit où ſe termine la liqueur; l'eſpace compris entre ce fil & celui qui marque le froid de la glace ſans mêlange, étant partagé en trois parties égales, les deux premieres en deſcendant vous donneront la dixaine que vous cherchez.

Il faut que le mêlange de glace & de ſel ſoit proportionné par la quantité, à la grandeur & au nombre des verres qu'on y plonge, afin qu'il puiſſe leur communiquer complétement le degré de refroidiſſement dont il eſt capable, & c'eſt pour en être plus ſûr que je conſeille de le renouveller: il faut auſſi remuer avec une cuiller à bouche ou quelque autre inſtrument, la ſuperficie du mêlange, qui, ſans cela, ſe durciroit, & mettroit les verres en riſque d'être caſſés.

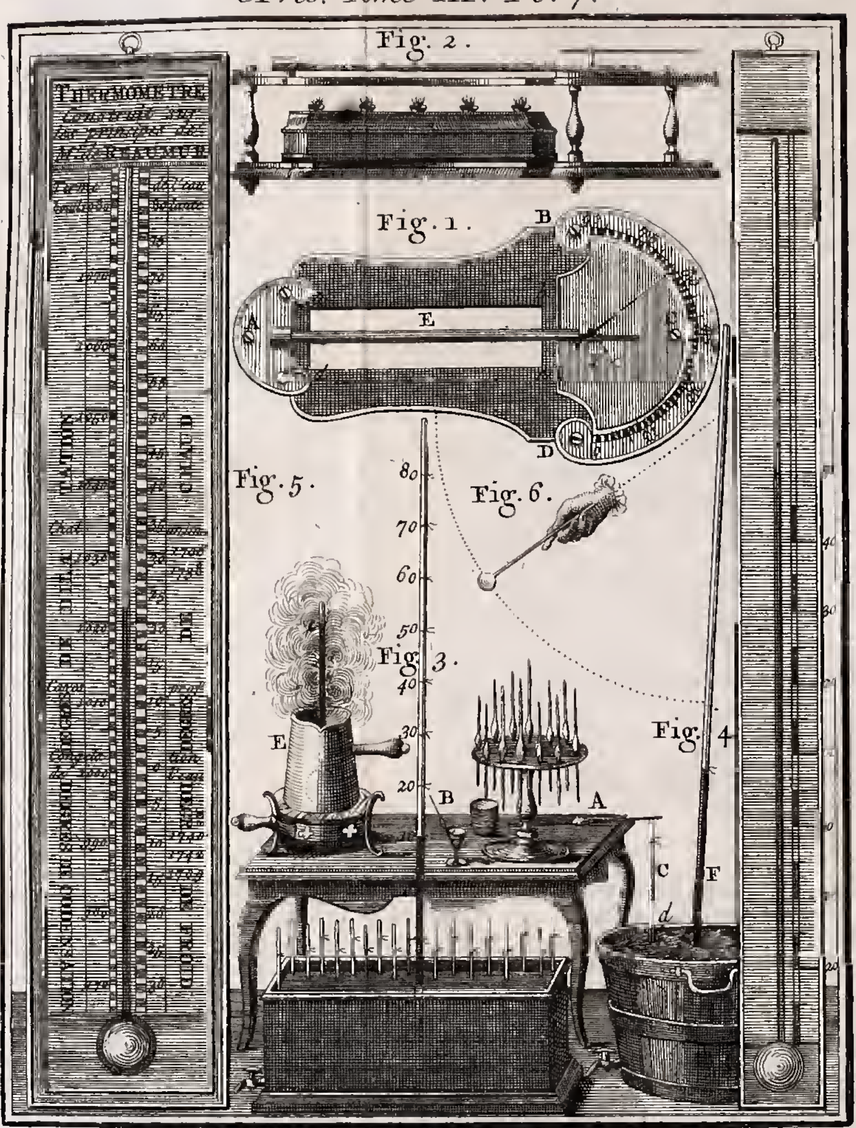
Quand vous aurez pris ainſi les termes de froid & de chaud de 10 en 10 avec des fils bien fins & collés ſur les tubes, vous appliquerez chaque thermometre, ſur la planche qui doit porter l'échelle de diviſion, & vous y tracerez les dixaines par autant de traits

qui

qui répondent à ces fils, après quoi vous diviſerez tous ces eſpaces en dix parties égales, & vous mettrez des chiffres de 5 en 5, comme je l'ai dit pour le grand thermometre: ſi les tubes ſont à-peu-près cylindriques, comme je l'ai recommandé d'abord, la marche de ces petits thermometres ſera ſenſiblement conforme à celle des grands; & l'on pourra, ſans craindre aucune erreur de conſéquence, prolonger de quelques dixaines la diviſion d'en-bas, en les faiſant égales à celle qu'on s'eſt procurée par le moyen du refroidiſſement artificiel.

Si l'on fait enſemble un certain nombre de ces petits thermometres, de la maniere que je viens de le dire, les uns auront immanquablement les dégrés plus grands ou plus petits que les autres, parce qu'il n'eſt guere poſſible qu'il y ait dans tous un même rapport de capacité entre la boule & le tube. Cela n'empêchera pas qu'ils n'aient tous la même marche; mais d'un côté, il faut que chaque degré ait une certaine étendue, afin qu'on puiſſe tenir compte, au moins par eſtimation, d'un $\frac{1}{2}$, d'un $\frac{1}{3}$, d'un $\frac{1}{4}$. D'un

autre


THERMOMETRE
Fig. 2.
Fig. 1.
B
A
E
D
Fig. 5.
Fig. 6.
80
70
60
50
Fig. 3.
40
30
20
B
A
E
C
F
d
Fig. 4

autre côté ſi les dégrés ſont grands, il y en aura moins ſur l'échelle, & le thermometre alors pourroit bien n'avoir pas aſſez d'étendue, pour meſurer en certains cas les dégrés de froid & de chaud auxquels on auroit affaire; c'eſt pourquoi quand vous aurez marqué les dixaines avec des fils, comme je l'ai enſeigné ci-deſſus, vous mettrez à part pour les uſages communs, ceux qui, avec dix à douze pouces de longueur, ſe trouveront avoir quatre à cinq dixaines au-deſſus & deux ou trois au-deſſous du terme de la congélation; les dégrés auront chacun une ligne d'étendue pour le moins, & cela eſt ſuffiſant, pour ſuivre les variations de la température de l'air libre, d'un appartement, d'une ſerre, &c. vous en réſerverez quelques-uns de ceux qui auront un peu plus que huit dixaines par en-haut, pour certaines expériences, où il s'agira de connoître des dégrés de chaleur qui approchent de celle de l'eau bouillante; & vous rebuterez les autres, dont vous caſſerez les boules pour vuider la liqueur, & en ſouffler d'autres un peu plus petites ou un peu plus

grandes au bout des mêmes tubes ; c'eſt pour cela que je donne d'abord à ceux-ci douze à quatorze pouces de longueur.

Tous ces thermometres étant réglés & finis quant à la graduation, vous approprierez leur monture à l'uſage que vous en voudrez faire. Le plus commun de tous, c'eſt celui par lequel on obſerve les variations qui arrivent d'un jour à l'autre à la température de l'air extérieur: il faut pour cela que le thermometre ſoit expoſé en dehors des appartements, il faut auſſi qu'il puiſſe ſouffrir les injures du temps: les ornements y ſont inutiles, mais il eſt néceſſaire que la graduation & les chiffres puiſſent tenir pendant un long eſpace de temps contre la pluie & les autres influences de l'air. Vous attacherez donc l'inſtrument ſur une petite planche *A*, *Pl. VIII. Fig.* 1. de $\frac{1}{2}$ pouce d'épaiſſeur avec une petite moulure tout autour, ſi vous le voulez ; vous ferez dans le bas, un creux hémiſphérique pour loger la moitié de la boule, & vous la couvrirez d'un papier blanc bien collé. Vous vous ſervirez pour cela de colle de fari-

farine nouvellement faite, bien blanche & bien nette, & quand ce papier sera appliqué ainsi sur le bois, vous l'encollerez par-dessus ; c'est-à-dire, que vous y passerez une couche de la même colle que vous laisserez bien sécher, avant d'y tracer la graduation & les remarques propres aux différents termes: vous finirez par y mettre trois ou quatre couches de vernis blanc & bien transparent, qui empêcheront l'eau & le brouillard de détremper le papier; voyez l'emploi du vernis, *Tome I. page* 470. Ce n'est point assez de mettre du vernis sur le papier, on doit encore couvrir d'une peinture détrempée à l'huile ou au vernis, les bords & le derriere de la planche, afin que l'humidité ne pénetre point dans le bois.

Il faut de plus sur la planche, & à côté du tube, un petit index qui glisse sur un fil de laiton, & qui fasse ressort dessus pour s'arrêter où l'on veut; les Emailleurs préparent pour cela des petites mains d'émail dont le doigt *index* s'allonge vers le tube; au défaut de cela, on peut découper une petite piece de laiton fort mince com-

me *B*, un peu repliée des deux bouts avec deux trous par lesquels on fait paſſer le fil de métal qui eſt tendu d'un bout à l'autre de la planche, & arrêté par l'autre côté. Cette planche doit auſſi avoir par en-haut un anneau pour l'accrocher, & en-bas par derriere, un petit taſſeau qui empêche la boule de toucher la muraille, ſuppoſé qu'elle excede l'épaiſſeur du bois.

Les thermometres qui ſont deſtinés à être plongés dans le bain, ou dans des liqueurs dont on a intérêt de connoître le dégré de chaud ou de froid, peuvent être attachés ſur une petite planche très-mince & très-légere, qui ſoit briſée comme *C*, avec une charniere, vis-à-vis le terme de la congélation ou ailleurs; par ce moyen, la partie inférieure ſe releve & s'applique contre la partie d'en-haut où elle s'arrête avec un petit crochet; la boule alors & une partie du tube reſtent iſolés, & peuvent ſe plonger ſans que la graduation courre riſque d'être gâtée; les thermometres qui ſont ainſi montés, ſe rangent dans une boîte longue, dont le fond eſt percé pour

lais-

laiſſer paſſer le piton, qui reçoit le crochet dont je viens de parler, & il y en a un ſemblable ſous le fond de la boîte, qui le reçoit de même, & qui empêche que le thermometre ne remue dans ſa boîte.

D'autres renferment ces thermometres, avec la planche qui eſt fort étroite, dans des tubes de verre ſcellés par les deux bouts, ou fermés par en-haut avec un couvercle de métal maſtiqué, comme *D.* Il faut un peu plus de temps pour connoître avec ces derniers inſtruments, le juſte dégré de froid ou de chaud des matieres dans leſquelles on les plonge, & par cette raiſon, il y a des cas où ils ſeroient d'un mauvais ſervice.

Quand il ne s'agit que de rendre le thermometre portatif, & qu'on ne prévoit point devoir le plonger dans des liqueurs & autres matieres, on peut le renfermer dans un étui compoſé de deux pieces qui ſont jointes par deux charnieres, & qui ont par en-bas chacune un renflement dans lequel on creuſe de quoi loger la moitié de la boule avec une rainure ſur toute la longueur, pour recevoir

la moitié de l'épaisseur du tube *E*, *Fig.* 2.

On peut faire les charnieres de cet étui d'une maniere très-simple, & suffisamment solide, avec un fil de laiton tourné en tire-bourre par le milieu, & un autre fil passé dedans, & plié d'équerre par les deux bouts comme *F* ou *f*; les deux bouts *d d*, limés en pointe, traversent l'un des bords de la piece *G*, les deux autres *i i*, traversent de même la piece *H*, & tous les quatre se rabattent par derriere, de maniere que leurs pointes pliées en crochets, sont poussées dans le bois à petits coups de marteau; & de cet assemblage il résulte l'étui *E*, qui s'ouvre & se ferme quand on veut avec deux petits crochets, & au moyen duquel on peut porter le thermometre sans aucun risque.

Comme cet étui n'a guere qu'un pouce ½ de largeur, on couvre de papier blanc, collé comme je l'ai dit ci-dessus, les faces intérieures des deux pieces qui le composent; sur celle qui porte le thermometre, on se contente de tracer la graduation avec les chiffres, & l'on écrit sur l'autre, les prin-

principes de la conſtruction, & les remarques qui appartiennent aux différents termes. On peut ſe diſpenſer d'en vernir le papier, & par conſéquent de l'encoller par-deſſus; mais quand on l'expoſera à l'air libre, il faudra prendre garde qu'il ne ſoit mouillé; il ſuffira qu'il y ſoit expoſé un quart-d'heure, pour indiquer le dégré actuel de froid ou de chaud.

Quoique ce dernier thermometre ne ſoit pas monté pour être plongé dans des liqueurs, on peut aiſément lui procurer cette propriété; au lieu de l'attacher ſur ſa planche avec des fils de laiton, comme les autres, on peut l'y retenir avec deux petits tourniquets de cuivre, au moyen de quoi il s'enlevera très-aiſément; & l'on ſuivra le mouvement de la liqueur, quand on la verra monter ou deſcendre, avec un fil qu'on fera gliſſer ſur le tube, ou avec un petit tronçon de plume à écrire enfilé ſur le tube, fendu pour faire reſſort, & taillé en pointe par un bout, pour marquer exactement où s'arrête la liqueur du thermometre.

Il eſt presqu'inutile de dire, qu'il faut attacher en-haut de l'étui, un pe-

tit bout de fil de métal tourné en boucle pour recevoir un ruban, qui serve à suspendre l'instrument: mais si l'on veut qu'il se tienne droit & sans pencher, ce n'est point au milieu de l'une des deux pieces de l'étui qu'il faut placer cette suspension, c'est en *E*, c'est-à-dire sur la piece qui porte le thermometre, & vers les trois quarts de sa largeur.

Cet étui est susceptible d'ornements, on peut le faire passer par les mains du Vernisseur, qui l'enjolivera de différentes couleurs, & de desseins en or ou en argent, le tout avec peu de dépense.

Comme les petits thermometres, & sur-tout celui dont je viens de parler en dernier lieu, sont faits pour être transportés au loin & sujets à souffrir les secousses des voitures, il arrivera souvent, que la liqueur sera partagée en plusieurs parties dans le tube; pour la réunir vers la boule, il faudra employer le moyen que j'ai indiqué cidessus *page* 163, en parlant de la maniere dont il faut s'y prendre pour emplir les verres.

On ne peut plonger les thermometres

tres à esprit-de-vin dans des matieres fort chaudes, qu'avec beaucoup de précaution, & toujours au risque de les casser; ceux de mercure résistent mieux à de pareilles épreuves, & ils ont encore l'avantage de prendre plus promptement le dégré de chaud ou de froid qu'ils doivent indiquer, avantage précieux dans bien des occasions: on fera bien de s'en procurer de cette espece, en les graduant sur un bon étalon, comme je l'ai enseigné ci-dessus; mais je dois avertir, que si l'on ne suit pas l'étalon de dix en dix dégrés jusqu'à soixante-quinze ou quatre-vingt, ce qui est assez difficile, on doit s'attendre que le mercure dans les matieres fort chaudes, dévancera l'esprit-de-vin de plusieurs dégrés; de sorte qu'en s'accordant bien avec les petits thermometres à esprit-de-vin, jusqu'au quarante ou quarante-cinquieme dégré, l'eau bouillante le fera monter à quatre-vingt-cinq ou quatre-vingt-six, au lieu de quatre-vingt.

Comme le mercure se dilate & se condense bien moins que l'esprit-de-vin employé par M. de Reaumur, on

n'en peut avoir les dégrés un peu grands qu'en faiſant la boule plus groſſe ou le tube plus étroit ; mais une groſſe boule remplie de mercure devient fort lourde, & rend l'inſtrument trop caſuel ; il eſt plus à propos de retrécir le tube, & communément on le prend très-capillaire : ce qui rend le verre du thermometre plus difficile à remplir, comme il faut qu'il le ſoit : car il ne faut pas qu'il y reſte la moindre petite bulle d'air qui interrompe la continuité du mercure, ſoit dans la boule, ſoit dans le tube ; on en vient cependant à bout avec un peu d'adreſſe & de la patience, en s'y prenant de la maniere ſuivante.

Ayez dans un vaſe de verre, de porcelaine ou de grès, du mercure bien purifié, qui n'ait aucune humidité, & qui ſoit entretenu un peu plus que tiede ; faites-en entrer quelques gouttes dans la boule du verre, comme vous avez fait avec l'eſprit-de-vin ; chauffez cette petite quantité de mercure aſſez fortement, pour la convertir en vapeur dilatée, & plongez le bout du tube dans le vaſe qui contient celui qui eſt de beaucoup

moins

moins chaud ; celui-ci, l'inſtant d'après, s'élancera dans la boule qu'il remplira, ainſi qu'une partie du tube ; mais il reſtera le plus ſouvent quelque peu d'air qu'il faudra faire ſortir.

Pour cet effet, liez au bout du tube un petit cornet de papier *K*, *Fig.* 2. que vous remplirez de mercure ; tenez l'inſtrument droit, & chauffez la boule du thermometre ſur des charbons ardents jusqu'à ce que vous voyiez bouillir le mercure qu'elle contient ; alors ôtez le verre de deſſus le feu, & laiſſez-le refroidir, en le tenant toujours debout ; par ce moyen, ſinon du premier coup, au moins en le réitérant, vous viendrez à bout de purger le mercure de toutes les molécules d'air, qui pourroient interrompre ſa continuité ; mais vous n'en ſerez bien ſûr que quand il ſera ſcellé.

Vous ôterez le cornet de papier, vous chaufferez la boule dans de l'eau bouillante, pour faire monter le mercure fort haut dans le tube, vous continuerez de la chauffer à feu crud, ſans faire bouillir le mercure, mais ſeulement pour le faire monter de quelques pouces plus haut ; s'il ne ſe

trouve point alors à l'extrêmité du tube, vous couperez celui-ci à cet endroit-là, & vous le boucherez avec une boulette de cire avant que le mercure commence à descendre.

Cette opération étant faite, laissez un peu refroidir le verre & ce qu'il contient; plongez-le ensuite debout pendant cinq à six minutes, dans de la glace pilée, & examinez, 1o. s'il y a du mercure au-dessus de la boule environ jusqu'au quart de la longueur du tube: 2o. si en renversant l'instrument bout pour bout, & le secouant légérement, vous ferez tomber une colonne de mercure qui remplisse tout le tube sans aucune interruption, ni dans sa longueur, ni au collet de la boule, & si la quantité de mercure, qui est ainsi tombée, procure dans la boule un vuide, qui se remplisse entiérement quand vous redressez l'instrument. A ces deux conditions le thermometre méritera d'être gradué quand vous l'aurez scellé.

Vous ôterez la boulette de cire; vous chaufferez au feu de lampe le bout du tube pour le tirer en pointe, sans le boucher; vous ferez monter

le

le mercure tout en-haut comme précédemment, & sans lui donner le temps de descendre, vous ferez fondre le bout du tube, soit à la lampe, soit à la flamme d'une grosse chandelle soufflée avec un chalumeau; & vous rendrez ensuite le scellement plus solide, ayant soin seulement que l'air ne rentre pas dans le tube.

Si le mercure rappellé au froid de la glace, remplit le tuyau beaucoup plus ou beaucoup moins, que ce que j'ai exigé par la premiere condition; c'est une marque que la boule n'est point en bonne proportion avec le tube; ou il n'y auroit point assez de marche au-dessous du terme de la congélation, ou les dégrés seroient trop petits: il faut vuider le verre, & souffler une autre boule au tube. Si la seconde condition n'est point remplie & que la premiere le soit, il suffira de remettre le cornet de papier au bout du tube, & de faire bouillir de nouveau le mercure dans le verre.

Des thermometres de mercure d'un pied de longueur, peuvent avoir une étendue suffisante, & des dégrés qu'on puisse compter aisément, leur boule

étant de la grosseur d'une petite cerise : & alors ils sont très-sensibles ; pour leur donner les mêmes qualités avec des tubes moins capillaires, qui exigent une boule plus grosse, on y substituera une chambre cylindrique *L*, dans laquelle le mercure s'échauffera ou se refroidira plus vîte que s'il étoit renfermé dans une sphére de même capacité.

Quelques Auteurs, pour faire valoir davantage les thermometres de mercure, ont dit que l'esprit-de-vin par succession de temps, perdoit une partie de sa dilatabilité ; je puis répondre que cet effet n'a pas lieu au bout de trente-cinq ans ; car je garde avec soin un grand thermometre, que j'ai construit avec M. de Reaumur en 1732, & que je remets de temps en temps à l'épreuve de la glace : la liqueur revient toujours au terme de la congélation ; & le refroidissement artificiel, produit par trois parties de glace pilée avec un peu plus d'une partie de sel marin, la ramene aussi à quinz dégrés au-dessous du précédent.

Les thermometres de mercure, étant gradués & scellés, s'appliquent & s'atta-

tachent comme ceux d'esprit-de-vin sur des planches, brisées ou non, ou se renferment comme eux dans des étuis pour être portés au loin.

IVe. Ve. VIe. VIIe. & VIIIe. Expériences.

Je n'apperçois rien dans les cinq dernieres expériences de cette troisieme section qui puisse causer aucun embarras : il n'y a qu'à suivre la manipulation qui est indiquée pour chacune : la composition des deux poudres qui s'employent dans la quatrieme & dans la septieme se retrouve encore plus détaillée dans la partie de cet ouvrage, où il est parlé des drogues, *Tome I. pag.* 265, 266, & 414.

XIV. Leçon. III. Section. *Pl. IV & V.*

Dans la cinquieme expérience j'ai indiqué un bocal ou vase cylindrique de verre contenant de l'eau, & un petit matras plongé dedans, parce que ce sont des vaisseaux qu'on trouve aisément, mais le bocal qui est ordinairement épais par le fond, est sujet à se casser quand on le chauffe fortement dans cette partie ; il vaudroit mieux prendre un matras, dont on sup-

ſupprimeroit preſque tout le col; on en rabattroit un peu les bords en dehors, pour le ſuſpendre plus facilement, & au lieu d'y plonger un petit matras, on y feroit entrer un tube gros comme le doigt, qu'on tiendroit ſuſpendu avec un fil.

En faiſant la ſixieme expérience, on ſe diſpenſera, ſi l'on veut, de chauffer le mercure dans un bain de ſable; on pourra ſans difficulté le faire bouillir, en tenant le verre qui le contient, à la diſtance d'un pouce au-deſſus d'un réchaud plein de charbons bien allumés.

La cuiller dans laquelle on place la poudre fulminante, doit être de fer forgé, mais plus épaiſſe que celles qu'on trouve communément chez les Quinquaillers; il ne faut pas qu'elle ait moins de deux lignes d'épaiſſeur; elle ſera aſſez grande, ſi elle eſt large comme la paume de la main, avec trois quarts de pouces de profondeur au milieu.

Premiere Expérience.

Le vaiſſeau repréſenté par la *Fig.* 24.

24. citée en marge, faisant partie du petit alambic dont il est fait mention à la suite de cette expérience, & qu'on sera sans doute bien aise de se procurer, j'invite le Lecteur à consulter les figures des deux planches 6 & 7, de la quatorzieme Leçon, qui lui mettront sous les yeux toutes les parties de cet instrument; & je vais ajouter ici quelques éclaircissements dont il pourroit avoir besoin, pour la construction.

XIV. Leçon. IV. Sect. *Pl. VI. Fig.* 24.

C'est à un Ferblantier intelligent & adroit, qu'il faut confier cet ouvrage; il fera le corps du fourneau avec de la tôle de moyenne épaisseur & la plus unie qu'il aura, ou bien avec une feuille de laiton gratté, plané, & étamé sur la face qui doit être en dedans. S'il le fait de laiton, les deux bords qui se joignent seront non-seulement soudés, mais il ajoutera deux ou trois rivures, de peur que la chaleur de la lampe ne les désunisse: par la même raison le fond sera agraffé tout autour, avec le bord inférieur du fourneau.

La lampe est composée d'un réser-

voir *A*, *Fig.* 3, d'un canal *C*, & d'un porte-mêches *F*.

Le réſervoir eſt une phiole de verre qui a neuf à dix pouces de hauteur, & trois ou quatre pouces de diametre dans ſa partie la plus renflée, avec un goulot dans lequel on peut aiſément faire entrer le pouce. Ce goulot eſt maſtiqué dans une virole de fer-blanc ou de laiton, qui a deux pouces de longueur, & dont le bout n'eſt fermé qu'à moitié par une piece demi-circulaire, comme on le voit en *B*. Cette virole attachée au verre, tourne librement dans une autre, qui eſt de même preſque à moitié ouverte par le bout, de ſorte qu'en faiſant tourner les deux viroles l'une ſur l'autre, on peut ouvrir & fermer l'orifice du réſervoir à volonté. Mais afin que la virole de deſſus ne puiſſe que tourner ſur celle de deſſous, & qu'on ne l'en ſépare point en la tirant ſelon ſa longueur, voici le petit artifice dont il faut ſe ſervir.

Faites la virole de deſſous de deux pieces *g*, *h*, que vous maſtiquerez ſur le verre, laiſſant entr'elles un intervalle de trois lignes ; rempliſſez cet eſpa-

eſpace, par un petit cercle plat de fer-blanc, qui tourne aiſément ſur le verre; percez ſur la virole extérieure deux trous diamétralement oppoſés, qui répondent à ce cercle mobile, & avec une goutte de ſoudure, faites-le tenir à la virole; alors celle-ci ne pourra plus ni monter ni deſcendre, mais ſeulement tourner ſur la virole de deſſous.

Le canal *C*, qui eſt de laiton ou de fer-blanc, a environ onze pouces de longueur, vingt lignes de largeur, ſur un pouce de hauteur; la partie circulaire *D*, eſt un peu plus haute & plus large, elle a trois pouces de diametre; elle eſt ouverte au milieu & ſurmontée d'une virole qui reçoit celle dans laquelle tourne le goulot du réſervoir; & afin que celle-ci ne puiſſe point tourner, quand elle eſt entrée, elle a dans ſa partie ſupérieure un bouton quarré, qui deſcend dans une échancrure pratiquée au bord de la virole du canal. Ce bouton, avec un anneau *g* qui eſt ſoudé au bord ſupérieur de la premiere virole, contient le réſervoir à telle hauteur, que ſon orifice ſe trouve toujours élevé de trois

trois quarts de pouces au-dessus du fond du canal.

Vers le milieu de sa longueur le canal n'est fermé que par une piece à charniere, qui peut s'ouvrir, & dont le bout va s'appuyer sur le porte-mêches: la partie du canal qui reçoit le porte-mêches, est plus large que celle du milieu, c'est un ovale dont le grand diametre a deux pouces & demi.

Le porte-mêches *F*, est garni tout autour en-dessous, d'une bande de fer-blanc, qui le tient élevé à deux lignes près du bord du canal. Il est percé & garni de trois petits tuyaux *f* qui excedent son plan de deux lignes & demie tant en-dessous qu'en dessus. Chaque tuyau a deux lignes & demie de diametre, & les trois disposés en triangle, sont à un pouce de distance l'un de l'autre: afin que la lampe porte bien sur la table, & qu'elle soit moins en danger de se renverser, on fera bien de tenir le milieu du canal un peu plus élevé que les deux parties extrêmes, afin qu'il n'y ait que celles-ci qui portent.

Le Potier d'étain fournira une cucurbite *I*, & son chapiteau *K*, qui s'em-

s'emboîte exactement, ayant un bord bien dressé qui s'applique sur la plate-forme d'un cordon *ii*, pratiqué au col de la cucurbite. Il doit encore y avoir à cette piece un autre cordon ou une moulure un peu saillante, à laquelle on puisse souder le bord supérieur du bain-marie. Le Ferblantier soudera aussi au bas du chapiteau, une virole évasée comme *M*, un peu échancrée pour embrasser la naissance du bec, & garnie d'un robinet dans la partie opposée ; il faut que ce vase qui doit servir de réfrigérant, s'éleve d'un pouce & demi ou même de deux pouces au-dessus du chapiteau.

La bouilloire, ou bain-marie *L*, a cinq pouces de hauteur; elle entre de trois pouces dans le corps du fourneau, & s'arrête par un cordon qui regne sur son pourtour; le dessus est un peu convexe, il est soudé d'une part à la cucurbite & de l'autre au bord de la cuvette; il n'y a de communication du dehors au dedans, que par une virole *l*, d'un pouce & demi de hauteur, par laquelle on fait entrer l'eau, & dont le bout se ferme ensuite avec un cou-

couvercle percé de quelques trous, pour donner iſſue à la vapeur.

Si l'on n'a pas la commodité de ſe procurer une cucurbite d'étain, on en choiſira une de verre avec ſon chapiteau, & l'on employera l'une & l'autre de la maniere ſuivante.

Vous ferez faire la bouilloire de deux pieces qui pourront ſe ſéparer; l'une ſera une cuvette comme *N*: l'autre ſera un couvercle *O* qui s'emboîtera deſſus, & qui ſera percé au milieu, pour laiſſer paſſer le col de la cucurbite; celle-ci ſera retenue à ce couvercle par deux petites bandes de fer-blanc croiſées ſous le vaiſſeau, & ſoudées au couvercle par leurs extrêmités.

Le réfrigérant ne pouvant être ſoudé au chapiteau qui eſt de verre, le Ferblantier y fera un fond *k*, de plomb laminé, qu'il emboutira, & qu'il ajuſtera à la forme du chapiteau avant de le ſouder.

La cuvette au bain de ſable, ſe fait également, avec de la tôle, avec du laiton, ou avec du fer-blanc; mais comme elle peut recevoir un dégré de chaleur plus grand que celui de l'eau bouillante, & tel que la ſoudure d'étain

tain ne pourroit pas ſoutenir, il ne faut point oublier de river ou d'agraffer enſemble les bords des pieces qui ſe joignent; cette cuvette doit avoir une échancrure, pour donner paſſage au col d'une cornue; & ſon couvercle un peu bombé doit être ſurmonté d'un rebord qui ait environ un pouce, pour retenir le ſable qu'on met deſſus, lorſque cette piece doit ſervir de réverbere.

Quand vous voudrez faire uſage de ce petit alambic, vous vous y prendrez de la maniere ſuivante.

Vous mettrez dans la cucurbite les matieres que vous voudrez diſtiller; ſi ce ſont des plantes ou des fleurs aromatiques, vous ferez bien de les mettre tremper dans l'eau-de-vie, quelques jours avant la diſtillation: vous mettrez, par exemple, une pinte de liqueur avec autant de fleurs de lavande qu'il en peut tenir dans les deux mains réunies; & vous tiendrez le vaiſſeau bouché, juſqu'au moment où vous voudrez mettre le feu à l'alambic: vous commencerez alors par accommoder la lampe.

Prenez de l'huile d'olives à bas prix, ver-

verſez-en dans le canal juſqu'à la hauteur d'un demi-pouce, & rempliſſez-en le réſervoir, dont vous fermerez enſuite l'orifice en tournant la virole de deſſus. Mettez ce réſervoir en place, en engageant le bouton quarré dans ſon échancrure, faites tourner la phiole un quart de tour, pour ouvrir ſon orifice, afin qu'il puiſſe ſe noyer dans l'huile qui tombera dans le canal.

Garniſſez le porte-mêches avec des fils de coton qui ne ſoient pas trop gros, de maniere qu'ils rempliſſent bien les petits tuyaux, ſans cependant y être trop ſerrés; il faut qu'on puiſſe à peine tirer chaque mêche, avec la pointe des ciſeaux : vous mettrez le porte-mêches en place, ayant ſoin que les fils de coton qui paſſent en en-bas ſoient bien plongés dans l'huile, & vous allumerez les bouts qui paſſent par en-haut hors des tuyaux, les laiſſant brûler ainſi pendant quelques minutes ſans y toucher.

Pendant ce temps-là, vous remplirez la bouilloire avec de l'eau bouillante ; vous placerez le chapiteau ſur la cucurbite, avec ſon réfrigérant, dans lequel vous verſerez de l'eau froi-

de,

de jusqu'à ce qu'il en soit presque plein, & vous ferez entrer le bec du chapiteau dans le col d'un matras, dont vous soutiendrez la boule avec un petit support qui se hausse & se baisse; cet ensemble est représenté dans la planche VI. de la quatorzieme Leçon, *Fig.* 26.

Si la cucurbite est de verre, il ne faut pas la faire plonger brusquement & à demeure dans l'eau bouillante, de peur qu'elle ne se casse; il faudra par plusieurs immersions très-promptes & dans de l'eau un peu plus que tiede, la disposer à souffrir sans accident la chaleur de celle qu'on mettra dans la bouilloire.

L'alambic étant donc ainsi préparé & placé sur une table, ou sur une tablette de cheminée, où il puisse rester pendant tout le temps de la distillation, il n'y aura plus qu'à faire avancer le bout du canal qui porte les mêches vers le centre du fourneau; mais auparavant, on fera prendre aux mêches la forme d'un pinceau fort court, comme *f*, en coupant avec des ciseaux les flaméches tout autour, & en appuyant un peu avec une des

lames, pour réunir toutes les parties vers un axe commun, & former la pointe: les mêches ainſi rangées auront une flamme blanche, & brûleront pendant cinq à ſix heures, ſans produire ni mauvaiſe odeur ni fumée: on pourra s'en aſſurer en préſentant au-deſſus, une carte à jouer, car elle ne ſera point noircie; après cet eſpace de temps, il ſe formera à chaque mêche, un petit champignon qu'il faut enlever avec la pointe des ciſeaux, & s'il en eſt beſoin, vous la tirerez un peu hors de ſon tuyau, & vous lui referez la pointe comme ci-devant.

Il faut avoir ſoin auſſi de renouveller de temps en temps l'eau du réfrigérant, après avoir vuidé par le robinet celle qui s'eſt échauffée.

On ne doit jamais remplir la cucurbite que juſqu'à la naiſſance du col; une pinte de liqueur avec les feuilles, ou les fleurs qu'on y mêle, ſuffit pour cela; & l'on n'en doit tirer que chopine, ſi l'on veut que la liqueur diſtillée, ſoit bien ſpiritueuſe & bien claire. Tout ce qu'on diſtille à l'eau-de-vie, peut auſſi ſe diſtiller avec du vin blanc, mais on tire moins de li-

queur, & elle eſt moins forte en eſprit.

La roſe, la fleur d'orange, & tout ce qui ſe diſtille à l'eau, va beaucoup plus lentement ſi l'on ſe ſert du bain-marie; on hâte davantage la diſtillation, en la faiſant au bain de ſable, avec une cucurbite de verre; mais on riſque de lui faire prendre un goût de feu, qui eſt déſagréable. On ne doit mettre qu'un verre d'eau dans la cucurbite, avec une quantité de fleurs qui la rempliſſe aux deux tiers, ou aux trois quarts.

Il ne faut jamais ſe ſervir de la cucurbite d'étain pour diſtiller des matieres acides, ou graſſes, qui pourroient mordre ſur le métal, ou infecter le vaiſſeau, on doit avoir pour cela des cucurbites de verre qu'on met ſur le bain de ſable.

On fait uſage de la cornue pour les matieres qui ſont fort peſantes & qui auroient peine à s'élever dans le chapiteau d'une cucurbite: on fait entrer le gros du vaiſſeau dans le ſable, on couvre la cuvette qui le contient & l'on ajoute un doigt de ſable ſur ce couvercle, qui fait alors l'office d'un re-

reverbère & qui augmente la chaleur sur la cornue.

Quand les liqueurs qu'on distille, sont très-volatiles, & sur-tout quand les vapeurs qu'elles peuvent répandre sont dangereuses, il faut luter le bec du chapiteau ou le bout de la cornue au col du matras dans lequel il entre, & qui sert de récipient: le plus souvent il suffit de coller une ou deux bandes de papier sur la jonction; dans certains cas, & pour plus grande sûreté, on peut enduire le papier d'un lut fait avec le blanc d'œuf & de la chaux mise en poudre: on doit luter de même le chapiteau à la cucurbite.

Quand la distillation est finie, il faut vuider les vaisseaux, les nettoyer, & les bien essuyer: pour ôter l'huile de la lampe, il faut tourner le réservoir dans sa virole mobile, en sens contraire, & autant qu'on l'a fait tourner pour ouvrir l'orifice; & pour cela, il est à propos qu'il y ait une marque sur l'anneau qui borde la partie supérieure de la virole mastiquée sur le verre. L'orifice étant ainsi fermé, on peut enlever la phiole sans que l'huile se répande, & on la peut garder, l'orifi-

ce

ce en-haut, ſans la vuider: mais il faut ôter l'huile du canal, à moins qu'on n'ait deſſein de recommencer une nouvelle diſtillation ſous peu de temps: il faudroit même preſſer les mêches, de peur que l'huile dont elles ſont imbibées, ne s'épaiſſiſſe en y ſéjournant.

Seconde Expérience.

A la ſuite de cette expérience, ſur laquelle je me ſuis ſuffiſamment expliqué, il eſt parlé de l'Emailleur qui travaille au feu de lampe; ſon art eſt d'un grand ſecours dans la Phyſique Expérimentale; voyez ce que j'en ai dit dans la partie de cet ouvrage où il eſt queſtion du verre, *Tome I. pag.* 190. J'y ai fait mention auſſi d'un petit appareil nouveau, qu'on peut ſe procurer à peu de frais, & avec lequel il eſt aiſé d'amollir le verre, de ſceller des tubes, de ſouffler des boules de thermometres, &c. XIV. LEÇON. IV. Section. *Pl. VIII. Fig.* 30 *&* 31.

Troiſieme Expérience.

Cette expérience & celles qu'on peut

 faire

XIV. LEÇON. IV. Sect. Pl. VIII. Fig. 32, & 33.

faire par des mêlanges femblables, prouvent que la chaleur fe perd par communication, & montrent dans quelles proportions cela fe fait; on doit y ajouter maintenant celles qui font voir qu'un corps fe refroidit, par l'évaporation d'une liqueur dont il a été mouillé extérieurement, & que le refroidiffement eft d'autant plus grand, que l'évaporation eft plus prompte: c'eft une découverte qui a encore tout le mérite de la nouveauté.

Otez un petit thermometre de deffus fa planche, prenez-le par le haut du tube, trempez la boule dans un vaiffeau qui contienne de l'efprit-de-vin, qui ait la température du lieu où fe fait l'expérience; tant qu'il fera ainfi plongé, fa liqueur ne fera aucun mouvement dans le tube, ce qu'il fera aifé de reconnoître par un fil que vous lierez à l'endroit où elle s'eft fixée avant l'immerfion. Mais quand vous l'aurez enlevé & que vous l'aurez balancé pendant une demi-minute dans l'air, vous verrez que fa liqueur eft abaiffée au-deffous du fil, & vous la ferez defcendre encore davantage, fi vous réiterez de fuite les immerfions

&

& les évaporations; de sorte que s'il n'y a pas plus de dix à douze dégrés de chaleur dans le lieu où se fait l'expérience, & que vous vous serviez d'une liqueur plus volatile que l'esprit-de-vin commun, vous parviendrez à faire descendre la liqueur du thermometre au-dessous du fil qui marque le terme de la congélation.

Au lieu d'esprit-de-vin, servez-vous *d'Ether*, & au lieu de thermometre, prenez un petit tube, au bout duquel il y ait une olive creuse, mince, & pleine d'eau commune, couvrez cette derniere partie d'une enveloppe de linge fin; & procédez comme ci-devant dans un lieu où il ne fasse pas trop chaud, vous ferez infailliblement geler l'eau, qui est au bout de votre tube.

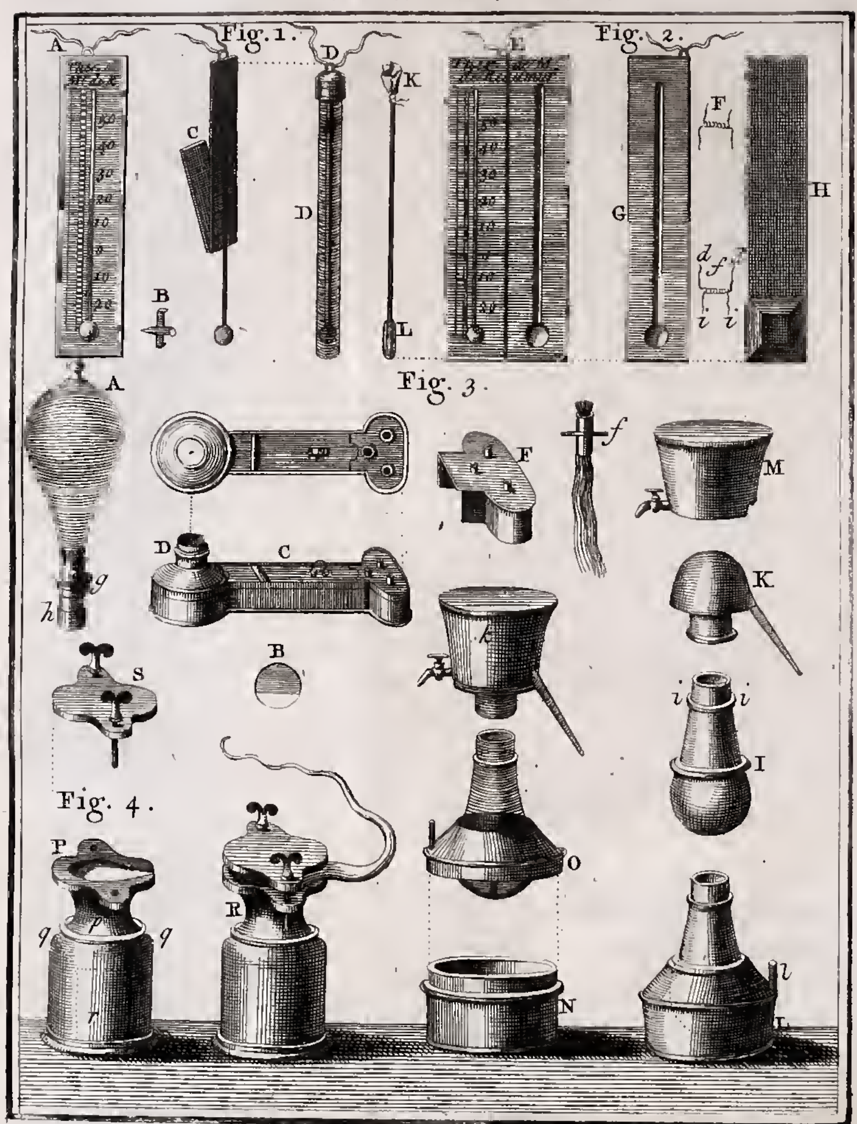
Cette derniere expérience réussit encore plus sûrement & plus promptement dans le vuide; si vous voulez la faire, vous attacherez le tube à la tige d'une boîte à cuirs, pour le pouvoir plonger, & enlever de la liqueur; & vous mettrez l'éther dans un vase un peu profond, afin que l'ébullition que le vuide occasionnera, ne donne point lieu à sa dispersion.

Ce que j'ai dit à l'occaſion des larmes de verre, pourroit vous donner envie d'en faire l'épreuve dans le vuide ; auquel cas vous pourrez faire ce qui ſuit.

Donnez au Fondeur un modele en bois, pour avoir une piece de cuivre, que vous tournerez & limerez conformément à la *Fig.* 4. réſervant à la plate-forme d'en-haut, deux oreilles *P*, *p* ; avec un trou taraudé en *R*, pour viſſer la piece au centre de la platine d'une machine pneumatique ; & deux autres petits trous *q*, *q*, par où l'air du récipient puiſſe être pompé.

Vous préparerez une platine ronde de la grandeur de la plate-forme, ayant comme elle deux oreilles percées pour recevoir deux vis, dont les écrous ſeront taraudés en *P* & en *p*. Avec un ciſelet, vous creuſerez ſur la plate-forme une cavité dans laquelle puiſſe ſe loger preſqu'entiérement le gros bout d'une larme de verre que vous aurez choiſie pour l'expérience ; vous creuſerez de même, mais moins profondément, le deſſous de la piece *S* ; de ſorte que la larme de verre enveloppée d'une petite bande de linge ou

de


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3
Fig. 4.
A
B
C
D
E
F
G
H
K
L
M
I
N
O
P
R
S
L
d
f
g
h
i
k
l
p
q
r

de papier gris, & placée entre la plate-forme & la piece *S*, y ſera aſſujettie par la preſſion des deux vis, comme on le peut voir en *R*, où l'enſemble eſt repréſenté. Pour caſſer la queue de la larme, on ſe ſervira d'un récipient avec une boîte à cuirs, en mettant au bout de la tige, un bouchon de liege échancré en-deſſous, pour appuyer ſur cette partie, ſans qu'elle puiſſe échapper en gliſſant.

AVIS

Concernant la QUINZIEME LEÇON.

Premiere, ſeconde & troiſieme Expériences.

JE crois n'avoir rien laiſſé à déſirer ſur les procédés qu'il faut ſuivre dans ces trois premieres expériences : quant à la préparation du phoſphore d'urine, & à la calcination des pierres qui peuvent devenir lumineuſes, ce n'eſt point ici le lieu d'en parler. Vo- XV. LEÇON. I. Sect.

yez ce que j'en ai dit *Tome I. pag.* 358. *& suiv. & pag.* 416.

Après avoir rapporté le sentiment de Descartes sur la propagation de la lumiere, qu'il attribue à un mouvement de pression & de vibration communiqué de proche en proche aux globules de cet élément, j'ai dit que cette opinion avoit ses difficultés, & j'ai fait mention de celles qui m'ont paru les plus spécieuses ; j'ai dit au sujet de la premiere objection, *Leçons de Physique, Tome V. page* 49, que si l'on a peine à comprendre comment la petite portion de lumiere qui gît dans un trou d'épingle, qu'on fait à une carte à jouer, peut servir à transmettre à l'œil sans confusion, les mouvements qu'elle reçoit en même temps d'une infinité de rayons qui viennent y aboutir avec des directions différentes, on comprend encore moins comment un si petit trou, seroit le passage commun de ces mêmes rayons, considérés comme des jets dont le mouvement consisteroit dans un transport très-rapide de leurs parties. On peut ajouter à cette réflexion, que la nature ne nous fournit d'ailleurs aucun

cun exemple de liqueurs ou de fluides qui coulent avec rapidité par le même pertuis, & qui s'y croisent sans se confondre; au lieu qu'on peut faire voir plusieurs files de boules élastiques qui se croisent sur un corps semblable, & qui transmettent au-delà, leurs mouvements de vibration, sans que l'une nuise à l'autre.

Prenez les sept billes dont j'ai fait mention dans les *Avis* sur la quatrieme Leçon, *Tome II. page* 132. suspendez-les avec des fils de soie, de maniere qu'elles soient bien contiguës les unes aux autres sur deux rangs qui se croisent, & que leurs centres soient tous dans un même plan horizontal, comme dans la *Fig.* 1. *Pl. IX.*

Vous vous servirez pour cela de la machine que j'ai décrite à l'endroit même que je viens de citer. Vous percerez dans les deux traverses croisées, sept petits trous espacés entr'eux suivant le diametre des boules, vous y ferez passer les fils de suspension, & vous les arrêterez avec des petites chevilles de bois qui les pressent, quand chaque bille sera à la hauteur convenable.

Si vous tirez de leur à-plomb, les deux premieres billes *A*, *B*, & qu'après les avoir élevées de trois ou quatre pouces dans des plans dirigés, comme *AC* & *BD*, vous les laissiez tomber en même temps, contre celle au centre de laquelle se croisent ces deux lignes, vous verrez les deux dernieres partir après le double choc, & se porter l'une vers *C*, l'autre vers *D*, comme si vous aviez frappé, en deux temps différents, celle qui a communiqué le mouvement.

Premiere Expérience.

XV. Leçon. II. Sect. Art. I. *Pl. II. Fig.* 6.

POUR faire commodément des expériences avec les rayons du soleil, il faut les introduire dans une chambre où l'on puisse faire aisément & promptement l'obscurité en plein jour: cette chambre doit avoir une fenêtre, au midi ou à-peu-près, avec une ouverture de la figure d'un quarré long, dont les petits côtés ayent quatorze pouces de hauteur & les grands vingt pouces.

Je n'ai rien trouvé jusqu'à présent de plus sûr ni de plus expéditif pour

ôter

ôter le jour des fenêtres, que des chaſſis faits en bois de ſapin ou de tilleul, & couverts des deux côtés d'une groſſe toile bien tendue avec des broquettes, qu'on peint enſuite en couleur d'ardoiſe avec du blanc d'Eſpagne & du noir de fumée détrempés à la colle. On peut encore pour plus de ſûreté coller en dedans, ſur la premiere toile qui aura été tendue, une ou deux couches de gros papier gris, qu'on peindra en noir, & qu'on laiſſera bien ſécher avant de clouer la ſeconde toile.

Si les chaſſis ſont grands, il eſt néceſſaire d'y mettre une ou pluſieurs traverſes, pour les maintenir droits; & s'il en faut pluſieurs pour couvrir la même fenêtre, on aura ſoin d'y pratiquer des feuillures, afin que le bord de l'un recouvre celui de l'autre. Ils ſeront poſés par en-bas ſur un tasſeau, ou ſur l'appui de la fenêtre, & par les côtés, ils ſeront retenus par des tourniquets ou par des broches de fer fichées dans le mur.

L'ouverture que doit avoir le chasſis qui fermera la fenêtre du midi, ne ſera élevée que de trois ou quatre

pieds au-dessus du plancher carrelé ou parqueté de la chambre: elle sera formée par une traverse *A A*, *Fig.* 2. parallele au côté *B B*, & par deux montans paralleles à *A B*, si le chassis est trop large. Tous les bois de ces chassis ne doivent point avoir moins de deux pouces de largeur, sur cinq à six lignes d'épaisseur.

La caisse dont je me sers maintenant est plus simple & plus commode, que celle que j'ai décrite dans la *Préparation* de la premiere expérience; elle a la longueur & la largeur qu'il lui faut pour entrer juste dans l'ouverture du chassis; elle est retenue par un tasseau qui regne sur ses quatre côtés à un pouce près du bord, & qu'on arrête par des tourniquets attachés avec des vis, en *C*, *C*, *C*, *C*.

Le devant de la caisse est tout ouvert, & le fond d'en-bas *D*, *Fig.* 3, prolongé d'un pied, avec un rebord de sept à huit lignes de hauteur & des goussets qui font partie des deux petits côtés, s'avance en dehors de la fenêtre; cela suppose, comme l'on voit, qu'on a enlevé le chassis vîtré,

ou

ou qu'on l'a diſpoſé de maniere à pouvoir s'ouvrir en dehors.

Sur le côté de la caiſſe, qui eſt à gauche quand on eſt tourné vers la fenêtre, étant dans la chambre, il y a un petit volet qui s'ouvre de gauche & à droite, quand on a quelque choſe à faire en dedans, & qui ſe ferme en entrant dans une feuillure, avec un bouton tournant qui l'arrête.

Le derriere de la caiſſe repréſenté ſéparément par la *Fig*. 4. eſt fait avec des planches de bois d'aulne ou de chêne doux, collées à plats-joints, avec deux emboîtures *E E*, *F F*. Il faut choiſir pour cette piece, du bois bien ſec & qui n'ait point de nœuds. Au milieu eſt une ouverture *G* plus haute que large, un peu arrondie par en-haut & par en-bas. Elle eſt faite pour recevoir certaines pieces dont je parlerai par la ſuite; dans les autres temps on la tient fermée avec une planche, qui entre à feuillure, & qui s'arrête avec deux tourniquets placés en *g*, *g*.

A droite & à gauche de cette ouverture, il y en a deux autres *H*, *H*, de quatre pouces de hauteur ſur quatorze

torze lignes de largeur, arrondies par en-haut & par en-bas, & évasées du côté qui répond à l'intérieur de la caisse. Chacune de ces ouvertures est bordée de deux tasseaux qui forment une coulisse en queue d'aronde, dans laquelle glisse une regle *I* qui a huit pouces de longueur, & qui est garnie en dessous de deux petites lames de cuivre *i*, *i*, battues à froid, & faisant ressort, au moyen desquelles, elle demeure à l'endroit où on l'arrête. Chaque regle est percée à jour au milieu de sa longueur, & porte une petite lunette *K* garnie de deux verres; l'un qui répond à l'intérieur de la caisse, est une lentille de quinze lignes de diametre & d'un pouce ou treize lignes de foyer; l'autre qui est en *k*, & qui répond à la chambre obscure, est large comme une piece de douze sols, plan des deux côtés, & il est coloré; à l'une des deux lunettes, il est bleu, à l'autre il est rouge ou jaune.

La lunette peut se faire de cuivre, de buis, ou de quelqu'autre bois dur, & capable de porter des filets de vis; la lentille *L* se place en *m* avec un petit cercle *n* qui se visse dessus & qui

la rétient ; la partie *o* qui porte le verre de couleur, traverse l'épaisseur de la regle, & reçoit la piece *p* qui l'empêche d'en sortir. *Voyez* à la lettre *Q*, cette lunette jointe à la regle *I*. Quand ces deux lunettes sont en place, il y a environ dix pouces de distance d'un verre coloré à l'autre ; & chacun d'eux, quand on ne s'en sert pas, se couvre avec une lame de cuivre *q* pliée en forme de coq & qui tourne sur une vis *r*, par un bout.

L'ouverture *G* est faite pour recevoir un tuyau cylindrique qui a huit à neuf pouces de longueur sur environ deux pouces de diametre : à l'une de ses extrêmités, il porte une boule renfermée entre deux coquilles ouvertes en lunettes, au moyen de quoi il se meut dans tous les sens à la maniere d'un *genouil* : les deux coquilles font partie d'une piece *T* qui se place entre les deux tasseaux *g*, *g*, & qui s'y arrête par les tourniquets : cette piece doit être assez longue pour monter & descendre de deux ou trois pouces sans découvrir l'ouverture *G*, ni par en-haut ni par en-bas.

On peut faire le tuyau avec du carton,

ton, & le coller dans une boule de bois percée à jour pour le recevoir; mais si l'on peut se procurer de ces feuilles de bois de hêtre dont les Guainiers se servent, & qu'on achete chez les Boisseliers, sous le nom de *Copeau*, on fera beaucoup mieux, en s'y prenant de la maniere suivante.

Ayez un cylindre de bois tourné, d'un pied de longueur, & du diametre que vous voulez donner à votre tuyau; frottez-le suivant sa longueur avec un morceau de peau de chien de mer pour le rendre bien lisse, & ensuite avec un morceau de savon blanc bien sec. Couvrez-le d'une feuille de papier blanc & fin, dont vous collerez l'un des bords sur l'autre avec un peu d'amidon ou avec ce qu'on nomme *colle à bouche*, ayant bien soin qu'il ne s'attache point au bois. Mettez de même par-dessus une feuille de papier noir, dont l'envers légérement humecté avec une petite éponge, se présente en dehors.

Préparez un morceau de copeau de neuf pouces de longueur, & de telle largeur, qu'en couvrant votre cylindre, l'un de ses bords recouvre l'autre d'en-

d'environ deux lignes. Amincissez celui qui doit se trouver dessous, & mettez la piece tremper dans l'eau pendant quelques minutes; mettez une couche de colle de farine sur le papier qui enveloppe le cylindre, & une autre sur le côté lisse du copeau; appliquez celui-ci sur le cylindre en mettant un peu de colle-forte bien chaude entre les deux bords qui se joignent, & en serrant le tout avec un ruban de fil dont vous envelopperez le cylindre d'un bout à l'autre, & vous laisserez le tout bien sécher.

Ayant ôté le ruban, vous amincirez avec une lime bâtarde, le bord qui recouvre, & vous emporterez doucement toutes les inégalités qui pourroient se trouver sur le copeau, ayant attention de limer le bois suivant son fil, & non à rebrousse-poil.

Vous préparerez une autre piece de copeau, de grandeur convenable, pour couvrir la premiere; vous en amincirez les bords avec la lime, & vous la tremperez dans l'eau chaude, pendant quelques instants; vous l'essuierez promptement avec un linge ou avec une éponge, vous mettrez une couche

che de colle-forte ſur le côté liſſe, & une autre ſur le copeau qui eſt ſur le cylindre ; vous appliquerez l'un ſur l'autre, ayant attention que la jonction des bords de celui-ci, ſe faſſe à la partie diamétralement oppoſée à celle du copeau de deſſous : vous ſerrerez le tout avec le ruban de fil ſur toute la longueur, & vous le laiſſerez ſécher : vous unirez avec la lime, le ſecond copeau, comme vous avez uni le premier, & vous le couvrirez d'une feuille de papier collée. Vous mettrez votre cylindre ſur le tour pour couper le tuyau de longueur ; & vous ôterez celui-ci de deſſus ſon moule, en l'empoignant d'une main, & en frappant le bout du moule ſur quelque corps dur & qui réſiſte.

Quand on prévoit qu'on aura deux tuyaux à faire couler l'un ſur l'autre, comme aux lunettes d'approche, il faut commencer par faire le plus menu ; & quand il ſera fini, vous vous réglerez ſur ſa groſſeur pour préparer le cylindre qui doit ſervir de moule à celui de deſſus.

Quand vous aurez un tuyau tel qu'il le faut pour la machine dont il eſt ici

ques-

queſtion, vous le remettrez ſur le cylindre qui lui a ſervi de moule; vous collerez tout autour ſur une de ſes extrêmités, des morceaux de bois d'aulne ou de tilleul, qui étant tournés ſur le tuyau même puiſſent faire avec lui une boule de quatre pouces ou environ de diametre, comme *S*, *Fig.* 5. ce qui ſe fera aiſément & réguliérement ſi vous aſſujettiſſez la courbe *a b c* au calibre de fer-blanc ou de carton *R* découpé ſuivant un trait de compas, dont le centre ſeroit en *d*.

Pour former les deux coquilles qui doivent embraſſer la boule *S*, prenez un bout de planche *T*, de ſix lignes d'épaiſſeur, d'un pied de longueur & large comme l'eſpace *g g*, *Fig.* 4, afin qu'elle y puiſſe être retenue par les deux tourniquets: collez derriere cette planche, un autre morceau de bois plat, & arrondi ſur le tour, qui puiſſe entrer de toute ſon épaiſſeur (laquelle doit être au moins de ſix lignes) dans l'ouverture *G*: mettez cette piece ainſi préparée, ſur le tour; percez-la à jour comme *V*; évaſez le trou, du côté de la face antérieure, ſuivant la convexité de la boule, & de maniere

niere qu'elle puiſſe y entrer jusqu'à ſon équateur: enlevez encore dans toute cette cavité une demi-ligne de bois, que vous remplirez avec une bande de drap collée, pour rendre le mouvement de la boule plus doux.

Préparez une autre planche *X*, de même épaiſſeur que la premiere; avec une molette de bois *x* de cinq pouces & demi de diametre, collée par-deſſus; mettez la piece ſur le tour, percez-la comme *T*: formez l'épaiſſeur de cette ouverture en coquille comme à l'autre piece *V*; tournez-la par l'autre face, pour former en douſſine le bord extérieur de la molette, dont il ne ſera reſté qu'un anneau, & garniſſez le dedans de la coquille, d'une bande de drap, comme vous avez fait à l'autre.

La boule ayant été noircie avec de l'encre, lorsqu'elle ſera bien ſeche, vous la frotterez avec un morceau de ſavon qui ne ſoit point trop gras; vous la ferez entrer entre les deux coquilles, de façon que le tuyau paſſe par *T*, & vous attacherez les deux pieces *T*, *X*, l'une ſur l'autre, avec trois vis en bois que vous mettrez en-haut, &

que

que vous ne ſerrerez que médiocrement, afin de ne point trop gêner le mouvement de la boule. *Voyez* en *Z* la coupe de tout cet aſſemblage.

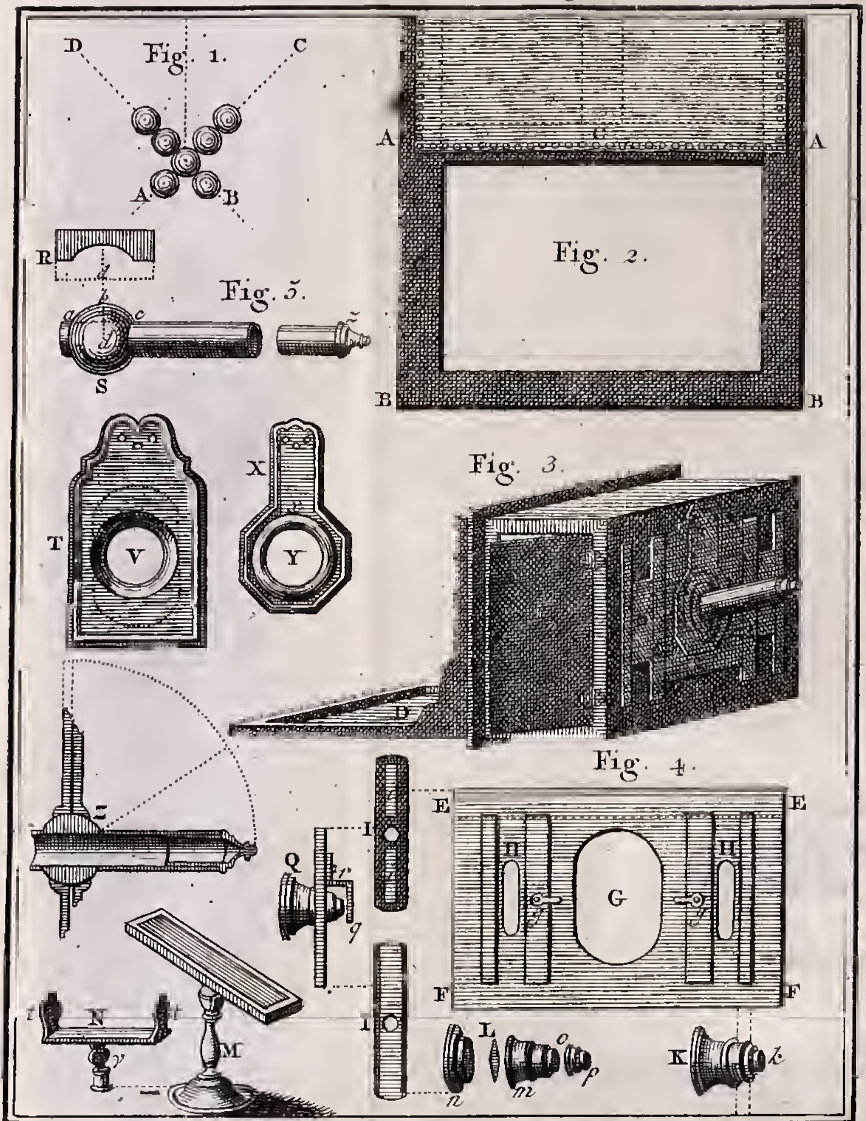
Dans certaines expériences le tuyau reſte ouvert de toute ſa largeur; dans d'autres, on place dans le bout du côté de la chambre un autre tuyau *z* de quelques pouces de longueur, dont le bout eſt rétreci par une lunette de bois, ou qui eſt garni de quelque verre, comme je le dirai, quand l'occaſion s'en préſentera.

Il faut encore vous munir de deux miroirs plans, de neuf pouces de longueur, ſur trois pouces & demi de largeur, montés chacun ſur une planche de quatre lignes d'épaiſſeur, & retenue dans un cadre; le tout ſur un pied garni d'un genouil, comme il eſt repréſenté à la lettre *M*.

Il ſeroit mieux que ces miroirs fuſſent de métal blanc, comme celui des téleſcopes: parce que n'ayant qu'une ſurface réfléchiſſante, ils ne donnent jamais qu'une image du ſoleil, au lieu que les miroirs ordinaires de glace, la font double, ce qui eſt incommode dans bien des cas: mais les ouvriers ont

ont beaucoup de peine à les fondre ſans défaut, & à les travailler bien droits, & de plus ces ſortes de métaux ſe terniſſent aiſément: ſi par ces raiſons on ſe trouve obligé de ſe contenter de miroirs de glace, il faut avoir ſoin qu'ils ſoient bien plans, qu'il n'y ait point de défauts au teint, & qu'ils ſoient polis parfaitement.

On trouve des genouils tout faits, chez les ouvriers qui font des inſtruments de Mathématiques: mais ſi l'on n'étoit point à portée d'eux, on pourra ſuppléer à cet inſtrument, en montant le miroir de maniere qu'il puiſſe s'incliner à volonté de haut en bas & de côté; ces deux mouvements s'exécuteront par-tout avec une lame de cuivre pliée d'équerre par les deux bouts, comme *N*; ſes deux parties relevées *t*, *t*, feront refendues pour recevoir des languettes attachées à la planche du miroir, & feront traverſées par des clous rivés comme les têtes de compas: par ce moyen le miroir s'inclinera à droite & à gauche; & par un pareil mouvement pratiqué en *v*, on pourra le faire pencher de haut en bas: & dans les cas où il faudra


Fig. 1.
D
C
A
B
Fig. 2.
A
C
A
B
B
R
d
Fig. 5.
a
p
c
d
S
Fig. 3.
X
T
V
Y
D
Fig. 4.
E
E
I
Q
G
H
q
F
F
I
N
M
L
o
p
n
m
K
k

dra que ces miroirs ſoyent peu élevés, on ſupprimera la tige, & l'on attachera la piece à mouvement ſur une plaque de plomb.

Ces miroirs ſe placent ſur le fond *D* de la caiſſe, & ſervent à réfléchir les rayons du ſoleil, pour les faire paſſer dans la chambre obſcure en traverſant le tuyau *Z*, placé en *G*, ou les lunettes *K* portées par les pieces à couliſſe qui couvrent les ouvertures *H*, *H*. On fera bien de mettre des ſemelles de plomb ſous les pieds de ces miroirs, afin qu'ils ſe tiennent plus fermes, dans leur ſituation, & que le vent ne les faſſe point vaciller.

Enfin, il faut avoir une table à neuf ou dix pouces au-deſſous de la caiſſe; elle ſera aſſez large, ſi elle a dix-huit à vingt pouces, mais il faut lui donner au moins cinq pieds de longueur; cette table n'aura point de parcloſe, il vaudra mieux qu'elle ait à un pied de diſtance au-deſſous d'elle, une tablette couverte de flanelle avec un rebord, pour y pouvoir placer les verres, & autres inſtruments dont on a beſoin, ſans qu'on ait à craindre qu'ils ſe rayent, ou qu'ils tombent. *Voyez*

la *Fig.* 1. *Pl.* X. qui repréſente une partie de cette table.

Avec l'appareil que je viens de décrire, & avec les différentes pieces dont je ferai mention, pour chaque expérience, on pourra ſe procurer commodément & facilement tous les effets de lumiere, dont j'ai fait uſage en traitant de l'optique, de la génération des couleurs & de la viſion des objets : revenons à la premiere expérience.

Placez la caiſſe dans l'ouverture du chaſſis, & retenez-la avec les quatre tourniquets ; couvrez les deux verres colorés des pieces à couliſſes. Mettez en *G*, & dans une direction horiſontale le tuyau *Z*, garni d'une lunette portant un verre lenticulaire de dix-huit lignes de diametre, & de douze à treize lignes de foyer ; établiſſez dans la caiſſe un miroir, incliné de maniere qu'il dirige les rayons du ſoleil dans le tuyau. *Voyez* la *Fig.* 2. qui repréſente la coupe de toutes ces pieces enſemble. Tout étant ainſi diſpoſé, ceux qui ſeront dans le fond de la chambre, verront en *A*, ce qu'on appelle un *point radieux*.

Vous ferez voir que toutes les portions

tions de cette lumiere, ſont compoſées de rayons divergents, en oppoſant à ſept ou huit pouces de diſtance du point *A*, une feuille de fer-blanc ou de carton percée de ſept à huit trous ronds, de cinq à ſix lignes de diametre chacun; car les jets qui paſſeront par ces trous, iront vers le fond de la chambre, en s'écartant les uns des autres, & chacun d'eux tombant perpendiculairement ſur quelque plan qu'on lui préſente, formera un cercle de lumiere dont le diametre augmentera à meſure, qu'on s'écartera du point *A*.

Seconde Expérience.

FAITES la grande platine verticale dont il eſt parlé dans la préparation de cette expérience, de la maniere ſuivante; elle vous ſera commode dans pluſieurs autres cas. *B. Fig.* 3. eſt un chaſſis quarré dont chaque côté a dixhuit à vingt pouces, avec deux traverſes croiſées *B b*, *C c*, comme le déſignent les lignes ponctuées. Il eſt couvert de toile des deux côtés, & l'on doit coller du papier noir en de- XV. LEÇON. II. Section. Art. I. *Pl. II. Fig.* 7.

dans & en dehors. Vous percerez au milieu un trou rond de quatorze à quinze lignes de diametre, que vous évaſerez du côté qui ſe préſentera au rayon ſolaire; ſur l'autre face, vous attacherez avec quatre petites vis à têtes perdues, une platine de cuivre, comme *D*, *Fig*. 4. de deux pouces & demi en quarré, & qui ait au milieu un trou rond & ébiſelé de huit lignes de diametre. Au haut de cette platine, vous attacherez avec une vis, ſous laquelle vous mettrez une petite roſette de cuivre tournée, une double lunette *E* d'écaille ou de corne, qui porte d'un côté un verre plan-convexe de neuf à dix pouces de foyer, & de l'autre un verre plan des deux côtés, & dont on ait dépoli une face en le douciſſant avec de l'émeril fin: il faut faire préparer cette piece par un Lunetier; mais en cas de beſoin, on feroit la monture en bois, en carton, ou en cuir, &c. que l'on garniroit avec un verre de lunette à mettre ſur le nez, & avec un petit morceau de vître arrondi & dépoli, ou avec un morceau de papier huilé: de quelque maniere que cette double lunette ſoit faite,

faite, il faut la mesurer & l'attacher de façon qu'en tournant sur sa vis, elle porte chaque verre à son tour sur le trou *D*, qui est au centre de la platine.

Vous monterez le chassis ainsi préparé, à-peu-près comme les écrans qu'on met devant les cheminées, c'est-à-dire entre deux montants à coulisses élevés sur une base, qui sera une planche de six pouces de largeur; & afin que vous puissiez l'arrêter à telle hauteur que vous voudrez, vous ferez faire à chacun des montants, une rainure à jour, pour laisser passer les vis *F*, *F*, qui entreront dans le bois du chassis, & qui presseront un peu contre les montants, une rosette de cuivre mince & faisant ressort.

Au-dessous de *b*, vous ferez faire encore une mortaise quarrée un peu plus longue que large, pour recevoir une piece dont il sera parlé ci-après; je reviens à la seconde expérience.

Placez votre table de maniere, qu'elle réponde par un bout à une ligne d'à-plomb venant du point lumineux, comme *A G*, & dirigez sa longueur parallélement au rayon qui passe par l'axe du tuyau *Z*. Tirez d'un bout à

l'autre, une ligne de crayon que vous diviſerez par pieds, demi-pieds, &c. en commençant en G. Mettez le chaſſis *B* à la diſtance du premier pied; de tous les rayons, qui partent du point *A*, & qui s'étendent ſur l'eſpace *B b*, il n'y aura que le faiſceau *D H*, qui paſſera au-delà du chaſſis; & vous ferez voir que cette portion de lumiere qui n'occupe qu'un trou rond de huit lignes de diametre, à la diſtance d'un pied du point de ſa divergence, forme un cercle de ſeize lignes de diametre à la diſtance de deux pieds, un autre de vingt-quatre lignes de diametre à la diſtance de trois pieds, &c.

Vous placerez pour cet effet à ces différentes diſtances l'inſtrument repréſenté par la *Fig.* 5. *G*, eſt un cadre formé d'un fil de fer un peu moins gros qu'une plume à écrire, dont les deux bouts pliés d'équerre ſur la longueur d'un pouce, ſe joignent en *g*, ſont braſés l'un avec l'autre, & limés en pointe pour entrer dans une tige plate de bois *h*, qui ſe meut à couliſſe dans le montant du pied à trois conſoles *H*.

Le cadre a dix pouces de longueur ſur

ſur quatre pouces de largeur, & il porte un morceau de taffetas blanc fort clair, qui eſt tendu, & couſu tout autour, ſur lequel vous tracerez avec de l'encre bien gommée trois cercles, le premier de ſeize lignes de diametre, c'eſt-à-dire, une fois plus grand ſuivant cette dimenſion, que le trou *D* de la platine de cuivre par où paſſe le faiſceau de lumiere, le ſecond de vingt-quatre lignes, & le troiſieme de trente-deux.

La tige *h*, qui porte le cadre, eſt une regle de bois qui a trois quarts de pouce de largeur; ſes deux bords ſont taillés en pente, pour gliſſer dans une couliſſe en queue d'aronde pratiquée dans l'épaiſſeur du montant; & afin qu'elle faſſe reſſort, & qu'elle s'arrête d'elle-même à la hauteur où vous l'aurez miſe, vous la refendrez d'un trait de ſcie ſur le milieu de ſa largeur, & vous collerez dans le haut, un petit coin qui tende à faire ouvrir les deux parties.

Le taffetas qui porte les trois cercles, la face antérieure du montant, & les deux conſoles *I*, *I*, doivent être dans un même plan vertical; & afin

que cette machine ne ſoit point ſujette à tomber en devant, vous chargerez la troiſieme conſole *i*, qui eſt par derriere, avec une lame de plomb, que vous cacherez dans ſon épaiſſeur. Le ſupport doit avoir un pied de hauteur, afin que par le moyen de la tige à couliſſe, le cadre puiſſe s'élever juſqu'à dix-huit ou vingt pouces au-deſſus de la table.

Vous placerez donc cette piece d'abord à un pied de diſtance plus loin que le chaſſis *B b*, & vous ferez voir que la portion de lumiere qui a paſſé par le trou *D*, occupe toute l'étendue du premier cercle dont le diametre eſt double ; vous ferez voir pareillement qu'à la troiſieme diſtance, cette même portion de lumiere remplit le ſecond cercle dont le diametre eſt triple, &c. d'où vous conclurez que la lumiere, qui part d'un point radieux, en vertu de la divergence de ſes rayons, diminue de force ou s'étend en raiſon du quarré de la diſtance ; car les aires des cercles ſont comme les quarrés de leurs diametres.

Au lieu de tracer les cercles ſur un chaſſis garni de taffetas blanc, on pour-

pourroit les avoir ſur un carton, mais alors on ne verroit l'effet dont il s'agit, que ſur le côté qui reçoit la lumiere; au lieu qu'en oppoſant un tranſparent, on peut voir en même temps par-devant & par-derriere, & je trouve cela fort commode, quand j'ai un grand nombre de ſpectateurs: le papier huilé, ſera auſſi bon que le taffetas, mais celui-ci eſt moins ſujet à ſe déchirer.

Troiſieme Expérience.

PAR le moyen de deux miroirs inclinés, faites paſſer des rayons ſolaires par les deux lunettes des pieces à couliſſes, & dirigez-les horiſontalement: vous aurez dans la chambre obſcure, deux points de lumiere, dont l'un ſera bleu & l'autre rouge; couvrez celui-ci, & oppoſez à l'autre à un pied de diſtance, le trou *D* du chaſſis, ſur lequel vous aurez fait deſcendre le verre douci de la double lunette *E*: ce verre ſera toujours illuminé en bleu, quoique le trou *D* change de place, en paſſant de droite à gauche, ou de haut en bas: vous ferez la même cho-

XV. LEÇON. II. Sect. Art. I. *Pl. III. Fig. 9.*

ſe avec le point de lumiere rouge quand vous aurez couvert le bleu; & ſi vous laiſſez les deux points de lumiere découverts, le verre douci illuminé en même temps par les deux couleurs, prendra une teinte violette, ou purpurine. Cela fera comprendre, 1°. comment chaque point d'un objet éclairé, peut être vû en même temps par pluſieurs yeux, ou ſucceſſivement par le même, quoiqu'il change de place; 2°. que de tous les points d'un objet éclairé, il vient à l'œil du ſpectateur des pyramides de lumiere, dont la baſe eſt meſurée par l'ouverture de la prunelle.

Quatrieme Expérience.

XV. Leçon. II. Section. Art. I. *Pl. III. Fig.* 9.

Vous laiſſerez l'appareil, tel que je viens de le preſcrire pour l'expérience précédente; mais vous ferez tourner la double lunette *e*, *Fig.* 6. de ſorte que le trou *d* demeure entiérement découvert, & vous lui oppoſerez un tranſparent *L*, à neuf ou dix pouces de diſtance, en tirant vers le fond de la chambre. Il y paroîtra deux taches rondes, l'une bleue, l'autre rouge, formées

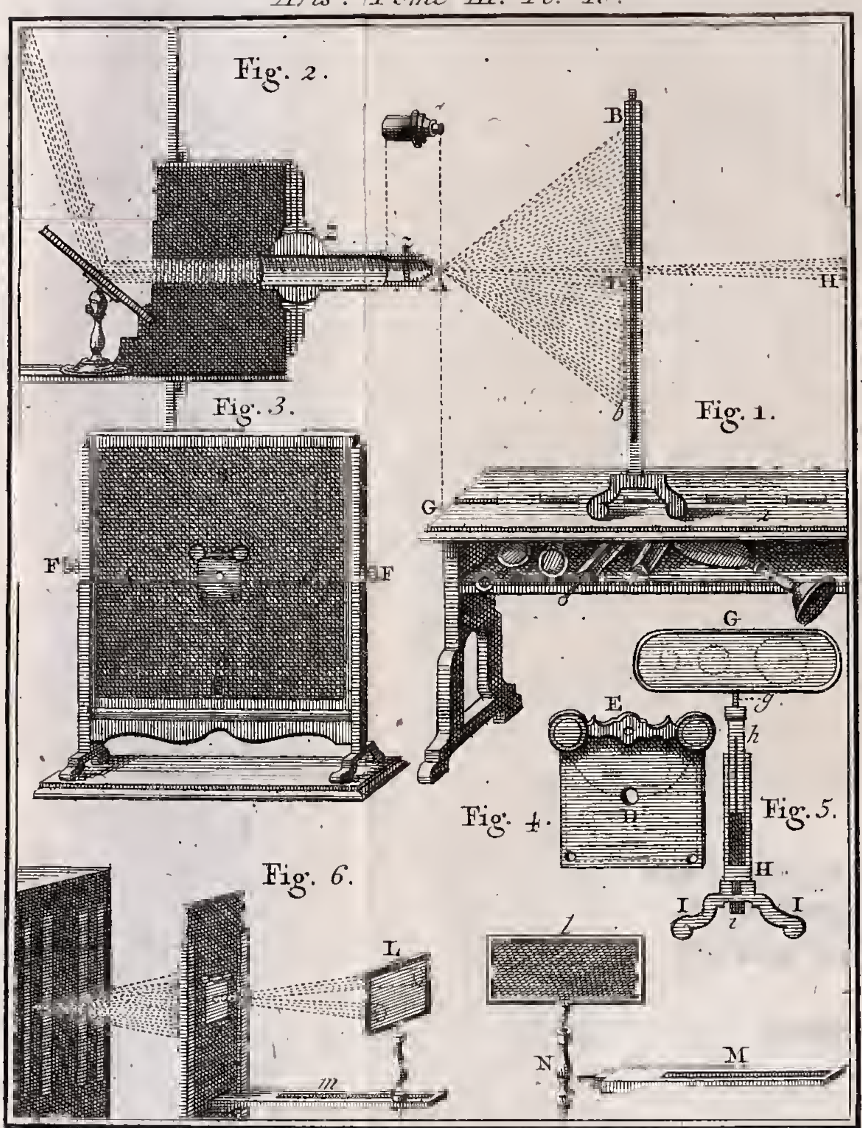
mées par deux pinceaux de lumiere croiſés dans le trou *d*, ce qui mettra les deux cercles colorés en ſens renverſé des deux points lumineux qui les produiſent ; ſecondement, ces deux taches s'approcheront l'une de l'autre, ſi l'on met le tranſparent plus près du trou *d* ; mais la lumiere y ſera plus vive, & le contraire arrivera, ſi vous éloignez davantage le tranſparent ; troiſiémement, le tranſparent étant fixé à neuf ou dix pouces de diſtance du trou *d*, ſi l'un & l'autre s'avancent enſemble de trois ou quatre pouces vers la caiſſe où ſont les points lumineux, vous ferez voir que les deux cercles colorés du tranſparent s'approchent l'un de l'autre, & que leurs couleurs deviennent plus vives.

Pour tranſporter ainſi d'arriere en avant, ou d'avant en arriere le trou *d* & le tranſparent *L*, ſans changer leur diſtance reſpective, vous placerez dans la mortaiſe *b*, *Fig*. 3. qui eſt au bas du chaſſis, le bout de la regle *M*, *Fig*. 6. que vous retiendrez par derriere avec un écrou ; cette regle, longue d'un pied & large de quinze lignes ou à-peu-près, aura une rainure à

 jour,

jour, dans laquelle vous ferez gliſſer le tenon plat d'un petit pilier de bois tourné *N*, qui portera le tranſparent *l*; & afin que le mouvement ſoit doux, & que ce pilier s'arrête de lui-même à l'endroit où on l'aura amené, ſur le tenon excédant l'épaiſſeur de la regle en deſſous, vous enfilerez une lame de cuivre mince, battue à froid pour qu'elle faſſe reſſort, & vous la retiendrez par une ou deux goupilles.

L'expérience étant faite ainſi, vous fournira les faits dont j'ai fait uſage dans les *applications*, par rapport à la viſion des objets; j'y ai fait mention d'un œil de veau appliqué à un trou fait au volet d'une chambre bien fermée d'ailleurs, pour faire voir que les objets ſe peignent renverſés au fond de cet organe; ſi l'on trouve trop de difficulté à préparer cet œil comme il faut, on fera l'équivalent en bouchant l'ouverture qui reçoit la caiſſe (*Pl. IX. Fig.* 2.) avec une planche, au milieu de laquelle on fera un trou rond de deux pouces de diametre, pour y placer un verre objectif de trois pieds de foyer; car ce verre faiſant l'office d'un œil repréſentera les ob-


Fig. 2.
B
H
b
Fig. 1.
Fig. 3.
G
F
F
G
g
E
h
Fig. 4.
Fig. 5.
H
I
I
i
Fig. 6.
L
m
N
M

objets renverſés, ſur un tranſparent de taffetas blanc, ou ſur un carton qu'on oppoſera dans une ſituation verticale, & à trois pieds de diſtance. Si l'on ne peut pas ſe procurer un verre fait exprès, on pourra ſe ſervir avec aſſez de ſuccès, d'un verre de lunettes à mettre ſur le nez, en le choiſiſſant d'un foyer un peu long.

Cette expérience ſera plus de plaiſir à voir, ſi le ſoleil éclaire les objets du côté par lequel ils ſe préſentent au verre objectif; & ſi la chambre eſt bien obſcure.

Le verre plan-convexe de la double lunette *E*, qui n'a point ſervi dans les expériences précédentes, ſera employé pour celles où il s'agira de la viſion diſtincte.

AVIS

Concernant la SEIZIEME LEÇON.

XVI. LEÇON. Suite de la II. Section. *Art. II.* *Pl.* . *Fig.* 2.

LE cercle dont il eſt ici queſtion eſt plutôt un chaſſis rond, couvert de part & d'autre d'une toile bien ten-

 due,

due, & par-dessus, d'une feuille de papier bleu proprement collée avec de l'amidon ou avec de la colle de farine: ce chassis se contiendra mieux & sera plus solide, s'il est fait avec un cercle de fer plat, soutenu par une croix de même métal; mais on le peut faire aussi avec du bois léger & bien choisi, de sept à huit lignes d'épaisseur, en assemblant quatre chanteaux dans les extrêmités de deux barres, qui ayent deux pouces de largeur, entaillées à demi-bois & croisées l'une sur l'autre, comme on le peut voir par la *Fig.* 1. *Pl. XI.*

De quelque maniere qu'on construise ce chassis, il faut qu'au centre de sa face postérieure, il porte une tige de métal bien ronde qui ait au moins un pouce de longueur sur cinq à six lignes de diametre, & allant un peu en dépouille comme la clef d'un robinet: le plus gros bout de cette tige sera rivé ou soudé sur une plaque de cuivre pour être attaché au chassis avec des vis: l'autre bout sera quarré sur la longueur de trois lignes, & terminé ensuite par une partie ronde de même longueur, sur laquelle il y aura des filets de vis.

A eſt une tige de fer terminée en pointe par en-bas pour entrer un peu à force dans la tige du pied qui hauſſe & baiſſe. La partie *A B* doit être un peu plus longue que le demi-diametre du chaſſis; elle eſt plate par en-haut, percée & garnie d'une virole de cuivre de ſix lignes de longueur, épaiſſe pour fournir des portées qui ſervent à la river; cette virole eſt alaiſée en dedans ſuivant la groſſeur & la figure de la tige *C* qui doit y entrer. Et l'on ajuſte celle-ci avec du ſable & de l'eau de ſavon, comme une clef de robinet; mais il ne faut pas qu'elle entre de toute ſa longueur, afin que le quarré qui eſt au bout, ne ſe trouve pas entiérement dehors. Ce quarré, quand la tige eſt dans ſa virole, reçoit une rondelle de cuivre, aſſez épaiſſe pour couvrir une partie des filets de la vis ſur laquelle on fait entrer un écrou à oreilles; en ſerrant cet écrou, on augmente le frottement à volonté; & ſi l'on a ſoin de mettre un peu de ſuif à la tige, le chaſſis tourne d'un mouvement doux, & s'arrête de lui-même dans la ſituation où on le met.

La circonférence diviſée en dégrés, &

& qui eſt élevée parallélement de trois lignes au-deſſus de la face antérieure du chaſſis, peut également ſe faire ou de fer forgé, ou de cuivre coulé; c'eſt aſſez que ce cercle ait quatre lignes de largeur, ſur deux lignes d'épaiſſeur; mais après qu'on aura réglé la premiere de ces deux dimenſions, par deux traits concentriques de compas, il faudra aſſujettir l'autre, c'eſt-à-dire, l'épaiſſeur, à un calibre, afin de procurer aux curſeurs, des mouvements doux, avec un frottement uniforme.

Comme le cercle de métal dont il eſt ici queſtion, ne ſert qu'à porter les curſeurs, qui ne parcourent jamais toute la circonférence du chaſſis, on peut mettre toute la diviſion ſur le bord de celui-ci, & ſupprimer une partie du cercle de métal, pour avoir la facilité d'enfiler les curſeurs deſſus ou de les ôter quand on voudra. Alors il faudra coller une bande circulaire de papier blanc, ſur le bleu qui ſert de fond au chaſſis.

Les curſeurs ſont des boîtes de cuivre, ou plutôt deux brides de laiton qui embraſſent le cercle de métal, &

qui

qui ſont attachées avec des clous rivés, ou avec des vis au bord de la platine quarrée, & à celui du petit chaſſis garni de papier huilé: chacun de ces curſeurs traîne avec ſoi une petite lame à reſſort, qui frotte contre une des faces du cercle, & qui maintient la piece mobile, à l'endroit où on la met.

Chacun des deux piliers deſtinés à porter les miroirs, eſt fait de trois lames de cuivre rivées l'une ſur l'autre; celle du milieu auſſi épaiſſe que le miroir, n'a que la moitié de la largeur des deux autres; celles-ci battues à froid, beaucoup plus minces, & un peu inclinées entr'elles, forment une couliſſe qui pince le miroir, quand on l'y fait entrer, & le retient de maniere qu'il ne peut pas tomber: ces piliers à couliſſe, ont chacun un tenon quarré qui traverſe l'épaiſſeur du chaſſis; le bout qui excede par derriere, eſt une vis qu'on ſerre avec un écrou.

J'ai enſeigné dans la premiere & dans la ſeconde partie de cet ouvrage, *Tome I. pag.* 162, & 419, comment il faut compoſer le métal des miroirs, les fondre, & les travailler; ainſi je n'en dirai

dirai rien ici. Si l'on n'eſt point à portée de faire ces miroirs avec du métal blanc, on pourra mettre en leur place, des lames de laiton dreſſées, ou courbées convenablement, doucies enſuite, & polies le plus parfaitement qu'il ſera poſſible.

Dans l'expérience dont il s'agit maintenant, il faut obſcurcir la chambre comme je l'ai dit, pour celles de la premiere ſection, & y introduire un gros faiſceau de rayons ſolaires, par le moyen des machines dont j'ai donné la deſcription : le diaphragme de cuivre dont il eſt parlé, eſt une platine ronde & mince de deux pouces de diametre, ayant en ſon centre un trou rond de ſix lignes, & qui ſe place dans le dragoir de la platine quarrée.

Seconde, troiſieme & quatrieme Expériences.

XVI. Leçon. II. Section. *Pl. I. Art. II. Fig. 2.*

Dans ces trois expériences, vous ſuivrez exactement ce qui eſt preſcrit dans leurs *préparations*. Vous obſerverez ſeulement que dans la figure citée en marge, le graveur n'a point fait deſcendre, comme il le devoit, le cercle

cle qui porte les curseurs, jusques en *F*; c'est une omission qu'il ne faut point imiter en construisant cette machine.

A la suite de ces expériences, il faut rendre raison des principaux effets du miroir plan, & pour cela, il faut être muni 1°. d'un morceau de glace fort épais, & mis au teint comme les miroirs ordinaires, pour faire observer que l'image est double: 2°. de deux miroirs plans élevés perpendiculairement sur deux lignes qui forment entr'elles un angle droit, pour montrer qu'un quart de cercle placé dans cet angle, produit l'image d'un cercle entier: 3°. d'un miroir prismatique de métal, pour faire voir que les images produites par ses différentes faces, laissent entr'elles des espaces ou des objets visibles, que l'œil du spectateur n'apperçoit pas, ou qu'il n'apperçoit que successivement & en changeant de place: 4°. d'un miroir pyramidal à quatre faces, pour faire remarquer, que l'œil placé au-dessus de la pointe voit à la base les objets d'alentour rassemblés, quoiqu'ils soient séparés par des intervalles considérables, & qu'il

qu'il les voit dans un ordre oppofé à celui dans lequel ils fe préfentent au miroir.

Quand vous voudrez faire voir que l'image eft double avec un miroir de glace, vous le couvrirez d'un carton mince ou d'une feuille de papier noir, percée au milieu d'un trou rond de douze à quinze lignes de diametre; vous le préfenterez obliquement au foleil, & vous réfléchirez la portion de rayons qui touchera le miroir, fur une muraille blanche & unie, fur un plafond, ou contre un carton: l'effet de cette expérience fera plus fenfible, fi on la fait dans la chambre obfcure, deftinée aux expériences fur la lumiere. Si vous avez un miroir plan de métal, vous ferez obferver dans une pareille expérience, que le rayon folaire qu'il réfléchit, ne produit qu'une image.

Faites préparer par un Menuifier un plateau de bois arrondi circulairement, & qui ait un pied de diametre; divifez-le en quatre quarts par deux lignes qui fe croifent à angles droits, comme *A D*, *B E*, *Fig.* 2; fur les deux rayons *A C*, *B C*, élevez perpendicu-
lai-

lairement deux miroirs plans qui aient chacun cinq à six pouces de hauteur, & soutenez-les par derriere avec deux morceaux de planche assemblés à tenons dans le plateau; si les miroirs sont de glace, avant de les faire mettre au teint, vous ferez tailler en onglets les deux bords qui doivent se joindre en *C*. Tous les objets, soit en dessein, soit en reliefs, qui seront placés & éclairés dans le quart de cercle *ACB*, se répéteront dans les trois autres. Car, supposons que vous mettiez en *O* une petite bougie allumée, ou une petite piece d'argent sur un fond noir, cet objet jettant des rayons de lumiere sur tous les points de la surface de chaque miroir, ne manquera pas d'en envoyer un jet en *f*, qui fera avec le miroir un certain angle comme *Ofg*, & qui étant réfléchi sous un pareil angle *Bfh* vers l'œil, que je suppose placé en *K*, lui fera voir l'image de l'objet en *i*, & par la même raison, il l'appercevra aussi en *l*.

Si l'objet *O* étoit infiniment petit, l'œil placé en *K* ou dans une ligne qui tomberoit d'à-plomb sur le point désigné par cette lettre, ne pourroit point

point le voir en *m*, mais pour le peu qu'il ait d'étendue, ou que l'œil se jette de côté, comme s'il se plaçoit en *k*, alors il l'appercevra par le rayon *Onpk*, qui souffrira deux réflexions, l'une en *n*, l'autre en *p*.

Ce que je viens de dire d'un objet placé en *O*, doit s'entendre pareillement de tous les points visibles qu'on pourra imaginer dans l'espace qu'embrassent les deux miroirs; ainsi en plaçant trois bougies comme *ooo*, on aura un cercle composé de douze lumieres, & avec deux lignes disposées comme *Of* & *Or*, on aura un octogone: enfin le quart d'une fortification réguliere, dessinée ou en relief, suffira entre les deux miroirs pour faire voir l'ouvrage tout entier.

Le miroir prismatique, ainsi que le miroir pyramidal, ne peut se faire comme il faut qu'en métal blanc: si on les faisoit avec des morceaux de glace au teint, on auroit beau les joindre en onglet, il y auroit toujours aux angles quelques interruptions, qui nuiroient à la continuité & à la régularité de l'image; on fera donc fondre ces miroirs sur des modeles de bois,

de

de cuivre, ou de plomb, à qui l'on donnera environ deux lignes & demie d'épaiſſeur, afin que ces pieces travaillées après la fonte conſervent encore une ſolidité ſuffiſante; car cette eſpece de métal compoſé, ſe caſſe aiſément, comme je l'ai aſſez dit ailleurs.

On peut donner à ces miroirs autant de faces que l'on veut; mais en les travaillant, il faut s'appliquer à les rendre bien droites, régulieres, égales entr'elles, & que les angles qu'elles forment en ſe joignant ſoient bien vifs: on y parviendra en les réglant ſur un calibre. Quant aux dimenſions, elles ſont arbitraires auſſi; cependant pour nous fixer à quelque choſe, je vais ſuppoſer que ces deux miroirs ont chacun quatre faces, que le miroir prismatique a ſix pouces de haut, que ſes faces égales entr'elles ſont partie d'un décagone pris dans un cylindre de deux pouces un quart de diametre. Je ſuppoſe encore que le miroir pyramidal a pour baſe un quarré parfait inſcrit dans un cercle de trois pouces de diametre, & que chacune de ſes faces eſt un triangle de vingt à vingt-une lignes de hauteur.

Le

Le miroir prifmatique fe monte fur un prifme, ou fur un cylindre de bois noirci, qui a deux tenons à vis, l'un en haut, l'autre en bas, fur lefquels entrent une bafe & un chapiteau, qui emboîtent de part & d'autre le métal, & le bois fur lequel il eft appliqué: bien entendu qu'on a ravalé ce bois d'environ deux lignes, afin que le miroir s'y loge & ne faffe point une nouvelle épaiffeur. Voyez la *Fig.* 3.

On fait auffi au miroir pyramidal une bafe de bois peint en noir, haute de trois ou quatre lignes, fur laquelle on réferve une maffe qui entre dans le creux de la piece, & qui fert à l'arrêter avec un peu de maftic. C'eft par ces montures de bois, qu'il faut toucher ces miroirs, & non avec les doigts nuds, qui ne manqueroient pas de ternir & de tacher le métal. Voyez la *Fig.* 4.

Dans les grandes villes, telles que Paris, Londres, &c. on trouve aifément & à bon marché des cartons peints pour ces fortes de miroirs, ainfi que pour les miroirs cylindriques & coniques dont je parlerai ci-après: mais fi l'on n'eft point à portée de

s'en

s'en procurer, ou qu'on ſoit bien aiſe d'en faire ſoi-même qui repréſentent des ſujets moins communs, que ceux qu'on trouve chez les ouvriers qui les vendent, je vais dire comment il s'y faut prendre pour les deſſiner, en commençant par le miroir prismatique.

Il s'agit de placer ſur une feuille de papier ou ſur un carton les différentes parties d'un deſſein, de maniere que le miroir avec ſes faces inclinées les unes aux autres, les repréſente raſſemblées dans un ordre naturel. Quelles dimenſions faut-il donner au carton, & quelles ſont les places où il faut deſſiner l'objet?

Soit *AB*, *Fig.* 5. une ligne priſe de bas en haut ſur une des faces du miroir, l'œil étant ſuppoſé en *C*, à quinze ou dix-huit pouces de diſtance devant le miroir, & élevé d'autant, au-deſſus de la table ſur laquelle il eſt poſé, tracez la ligne *CB* que vous prolongerez comme *Bb*, jusqu'à ce qu'elle rencontre la ligne *bH* qui repréſente le carton ſur lequel ſera poſé le miroir. Tirez enſuite la ligne *CA*, que vous prolongerez de même jus-

qu'en *a*; divifez l'efpace compris entre *A* & *B* en autant de parties égales qu'il vous plaîra, en quatre, par exemple, comme *A* 1, 1 *d*, *d* 3, & 3 *B*. Menez du point *C* trois lignes, fur ces points de divifion, comme *C* 3, *C d*, *C* 1, que vous prolongerez comme les précédentes.

Cela étant ainfi, vous ferez *f i* égal à *f a*, & *i H* égal à *a b*; vous partagerez cet efpace en quatre parties inégales, par des lignes venant des points 3, *d*, 1, & efpacées entr'elles comme les lignes ponctuées qui tombent entre *a* & *b*.

Après cette opération vous en ferez une autre que voici. Décrivez le cercle *a d F t* (*Fig.* 6.) dont le diametre ait deux pouces un quart; divifez fa circonférence en dix parties égales, en commençant au point *a*, tracez quatre côtés du décagone qui repréfenteront les quatre faces du miroir prismatique; prolongez de part & d'autre chacun de ces côtés par des lignes de crayon, comme *f g*. Menez du point *C*, à l'extrêmité de chacun des côtés, des lignes droites, comme *C a*, *C k*, *C d*, &c. mefurez les angles que font

ces lignes avec les côtés du décagone sur lesquels elles tombent; par exemple, l'angle *hag*, par l'arc de cercle *gh*; faites de l'autre côté un pareil arc *fi*, & du point *a*, faites passer par *i* la ligne *al*; si vous faites la même chose à l'égard des lignes *Ck*, *Cd*, & leurs pareilles que vous aurez fait tomber sur les deux autres côtés, vous aurez huit lignes semblables à *al*, & *km*, qui formeront quatre bandes *no*, *ml*, *pq*, *rs*; dont vous déterminerez la longueur de la maniere suivante.

Divisez le rayon *ca*, du décagone en trois parties égales; de ces trois points de division, celui qui est le plus près du point *a*, sera le centre d'un cercle d'environ quatre pouces de diametre, que vous tracerez avec du crayon, & qui marquera à quelle distance du miroir vous devez terminer vos bandes par ce côté-là; du même centre, décrivez un autre cercle qui soit distant du premier, comme *iH* de la *Fig.* 5. Ces quatre bandes ainsi placées contiendront ce que l'œil supposé en *C*, pourra voir dans les quatre faces du miroir.

C'est donc dans de pareilles bandes

tracées légérement au crayon ſur le papier ou ſur le carton, qu'il faut desſiner toutes les parties du tableau, & pour le faire facilement & avec plus d'exactitude, il faut en diviſer la longueur & la largeur en un certain nombre de parties; tracer des diviſions en même nombre, ſur le tableau original, & rapporter les différentes parties de celui-ci dans les caſes reſpectives des quatre bandes.

Suppoſons que vous ayez diviſé la hauteur du tableau en quatre parties égales, vous les diſtinguerez par les chiffres 1, 2, 3, 4, *Fig.* 7. & vous diviſerez auſſi la longueur de vos bandes en quatre parties, mais inégales, dont les proportions vous feront données par les eſpaces que laiſſent entr'elles les lignes qui tombent entre *i H*, *Fig.* 5.

Vous diviſerez enſuite la largeur du tableau en huit parties égales, & chacune de vos quatre bandes en deux parties égales ſuivant ſa largeur, ce qui vous donnera auſſi huit parties, & vous déſignerez les unes & les autres par les mêmes lettres. Ces deux diviſions étant faites, il ne reſtera plus qu'à

qu'à deſſiner dans chaque caſe des bandes, la partie du tableau que vous trouverez dans la caſe correſpondante: & quand tout ſera deſſiné au trait, vous finirez par le peindre avec des couleurs vives & tranchantes.

Il eſt à propos d'obſerver ici que ces ſortes de miroirs en ſortant des mains des ouvriers, ne ſont pas ordinairement bien réguliers; on fera bien de leur préſenter le carton à meſure qu'on tracera les bandes, & qu'on les diviſera, pour voir ſi ces quatre bandes rempliſſent bien les faces du miroir, & ſi leurs diviſions ſe rapportent; car ſi elles ne ſe rapportent pas, il faut déroger à la regle, pour les conformer à l'état du miroir: & alors les cartons peints, ne feront bons que pour celui pour lequel on les aura préparés.

Une autre obſervation, qui n'eſt pas moins importante que la précédente, c'eſt que j'ai ſuppoſé jusqu'ici qu'on n'employoit qu'un œil pour regarder dans le miroir, & qu'il étoit fixé à un certain point; mais le plus ſouvent on regarde ces ſortes de curioſités avec les deux yeux, & l'on ne

s'assujettit pas à regarder fixement, à la même distance : ainsi il ne faut pas renfermer strictement les parties du tableau, dans les bandes, telles que je viens de les décrire, on peut & l'on doit même, les augmenter d'un quart en largeur.

Puisque le spectateur n'apperçoit que ce qui est peint dans les bandes ; on peut dessiner tout ce qu'on voudra dans les intervalles qui les séparent ; c'est pourquoi les cartons préparés pour ce miroir, offrent aux yeux des mêlanges d'objets qui empêchent qu'on ne reconnoisse à la vue simple, celui que le miroir fera voir. L'art consiste à éviter ceux qui ont de petites parties qui les caractérisent, & à lier ce qui est sur les bandes, avec quelque chose qui lui donne une ressemblance très-différente de ce qu'on verra dans le miroir.

Tout ce qui se peut voir dans un miroir pyramidal quarré, quand l'œil est placé au-dessus de la pointe, doit être dessiné ou peint dans quatre triangles dont les bases soient égales & paralleles au côté d'un quarré qui est couvert par ce miroir ; quant à la hauteur

teur de chacun de ces triangles, vous l'aurez, en déterminant à-peu-près la hauteur de l'œil, & en faisant l'opération qui suit.

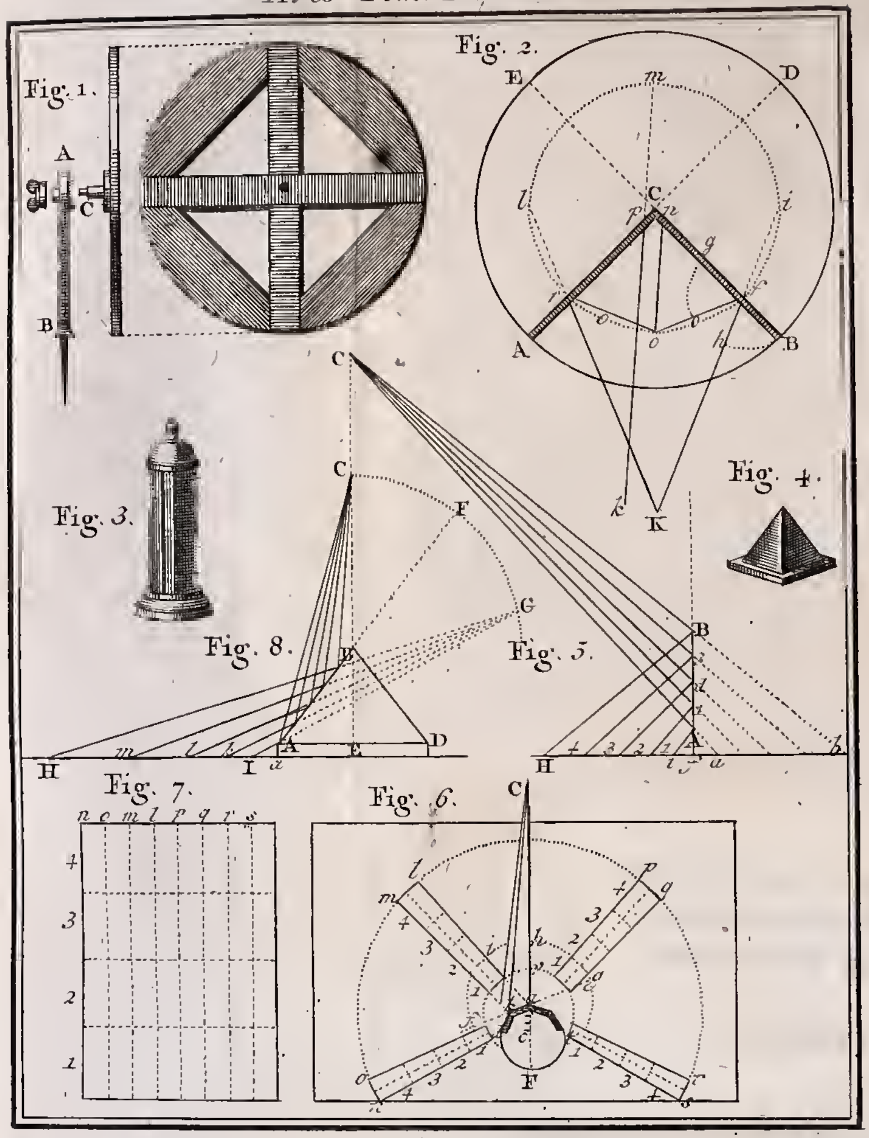
Formez le triangle *ABD*, *Fig.* 8. dont la base *AD* ait deux pouces & une ligne, & dont la hauteur *BE*, soit de vingt ou vingt & une lignes, comme je l'ai dit ci-dessus; de sorte que *AB*, représente une des faces du miroir. Prolongez cette derniere ligne d'une quantité indéfinie, comme *BF*. Abaissez du point *C* éloigné de la pointe du triangle d'environ huit à neuf pouces où l'on suppose l'œil, une ligne sur le point *B*, que vous prendrez très-près de l'angle; placez la pointe du compas sur *B*, & tracez l'arc de cercle indéfini *CFG*. Faites *FG* égal à *FC*, & du point *G* menez les lignes *GB*, *GA*, que vous prolongerez jusques en *H* & en *I*. L'intervalle compris entre ces deux lettres, sera la hauteur des triangles que vous cherchez, & l'espace *Ia*, sera la distance qu'il faudra observer entre vos triangles & le miroir.

Vous prendrez donc une feuille de papier fort, qui ait à-peu-près huit

pouces en quarré, *Fig.* 1. *Pl. XII.* vous marquerez au milieu, la place du miroir avec celle du bois sur lequel il est monté *ABCD*: à la distance *aI*, donnée par l'opération précédente *Pl. XI. Fig.* 8, vous placerez les quatre triangles, dont la hauteur sera comme *IH*, & vous les diviserez en quatre parties, tant en largeur qu'en hauteur; celles de la largeur seront égales entr'elles; mais celles de la hauteur seront inégales, & vous en aurez les proportions en faisant ce qui suit.

Divisez la ligne *AB*, de la *Fig.* 8. que je viens de citer, en quatre parties égales; du point *G* menez sur chacun des points de division, une ligne droite que vous prolongerez en *k*, en *l*, & en *m*; alors les quatre espaces compris entre *Ik*, *kl*, *lm*, *mH*, seront ceux qu'il faudra observer, en divisant les triangles suivant leur hauteur. Voyez la *Fig.* 2. *Pl. XII.* qui représente un de ces triangles dessiné avec de plus grandes proportions.

Les triangles étant ainsi formés & divisés sur un carton avec des lignes qu'on puisse effacer ensuite, il ne s'agira plus que d'y transporter les par-


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.

ties du tableau, dont chacun d'eux doit être chargé; pour cet effet, vous tracerez ſur le tableau un quarré qui le comprenne entiérement, comme *EFGH*, *Fig.* 3. Vous diviſerez enſuite ce quarré en quatre triangles par deux diagonales *EG*, *FH*; enſuite vous partagerez la hauteur d'un de ces triangles en quatre parties égales par des lignes paralleles à la baſe, & la largeur en quatre autres parties égales par des lignes perpendiculaires à cette même baſe; vous diſtinguerez les eſpaces de la premiere diviſion par des lettres, comme *k*, *l*, *m*, *n*, que vous aurez auſſi employées pour marquer celles des triangles en allant de la baſe au ſommet: & les parties de la ſeconde par des chiffres 1, 2, 3, 4, en allant de la gauche à la droite. Alors tout ce qui ſe trouvera compris dans le premier triangle, vous le rapporterez place pour place dans le premier de ceux qui ſont tracés ſur le carton. Vous procéderez de même pour le deuxieme, le troiſieme & le quatrieme; mais pour éviter la confuſion, je vous conſeille de ne diviſer les quatre parties du tableau que l'une après l'au- *Figure* 11

tre; ou si vous les divisez toutes les quatre, avant de les transporter sur les triangles du carton, vous ferez bien d'en couvrir trois, afin de n'avoir sous les yeux que celui dont vous devez être occupé.

Je répete ici ce que j'ai dit au sujet du miroir prismatique ; ces miroirs ne sont pas toujours bien réguliers; il faut accommoder le dessein aux petites inégalités qui peuvent s'y trouver, & repairer une des faces pour un des triangles, afin que le tableau dessiné suivant l'état du miroir, présente toujours les mêmes parties aux mêmes faces.

Les objets les plus simples, sont ceux qui conviennent le mieux pour le miroir pyramidal; il faut commencer par ceux qui ont les parties symmétriques, parce qu'ils sont plus faciles à transporter sur le carton; mais quand on sera un peu exercé, il faudra préférer ceux dont les contours seront le plus variés. Les grands intervalles que les triangles laissent entr'eux, peuvent se remplir de tout ce qu'on voudra, comme aux cartons du miroir prismatique; si l'on y met des objets

objets étrangers à ceux du tableau, & qui puiſſent cependant ſe lier avec lui pour rappeller d'autres idées, le tout enſemble à la vue ſimple n'en ſera que plus propre à dépayſer le ſpectateur. Mais il faut que tout cela ſoit deſſiné au ſimple trait avant que d'en venir à la peinture, qui doit être exécutée avec des couleurs vives & tranchantes.

Joignez à ces inſtructions, ce que j'ai écrit, *Leçons de Phyſique*, *Tome V.* depuis la *page* 171, juſqu'à la *page* 188 (*).

Cinquieme, ſixieme & ſeptieme Expériences.

La manipulation de ces expériences eſt ſuffiſamment expliquée dans les *Leçons de Phyſique*, & l'inſpection de la planche citée en marge ſervira encore à faire reconnoître les effets. Il faut avoir quelques miroirs ſphériques convexes; on en trouve aſſez communément chez les Miroitiers, de cinq à ſix pouces de diametre, qui ſont faits avec des verres plan-concaves, mis au teint par leur concavité; mais il faut tâcher de s'en procurer de plus grands, comme de dix à douze pouces

XVI. Leçon. II. Sect. Art. I. *Pl. III.*

(*) Edit. de Paris, pag. 178 & ſuiv.

ces de diametre, soit en métal, soit en glace courbée & mise au teint par le côté concave. J'ai dit ailleurs * comment on fait l'une & l'autre espece de miroirs.

* Tome I. page 222.

Huitieme, neuvieme & dixieme Expériences.

XVI. Leçon. II. Sect. Art. II. Pl. 4.

SUIVEZ ce qui est prescrit dans les *Leçons de Physique*, aidez-vous des figures de la planche citée en marge, vous aurez infailliblement les effets qui y sont annoncés.

Pour voir comme il faut les effets du miroir concave, (je suppose toujours la courbure sphérique) il faudroit en avoir un qui eût au moins un pied de diametre, faisant partie d'une sphere de trente pouces de rayon, ou à-peu-près; s'il est de métal & travaillé des deux côtés, on aura avec la même piece le miroir convexe; s'il est de verre, il faudra qu'il soit mis au teint par sa convexité: ceux qui sont faits avec un morceau de glace courbée, & qui ont les deux surfaces paralleles entr'elles, méritent la préférence à bien des égards sur ceux de métal; il faut lire ce que j'en ai dit,

Le-

Leçons de Physique, Tome V, page 218 *& suiv.* (*) & dans le premier Tome de cet ouvrage, en parlant de la maniere de travailler les métaux relativement aux instruments de Physique.

L'EXPÉRIENCE des deux miroirs concaves dont j'ai fait mention, à la suite des trois dernieres, où il s'agit des rayons réfléchis par des miroirs concaves, mérite d'être vue; elle réussit fort bien avec ces miroirs de carton ou de plâtre dorés dont j'ai donné la construction dans les *Avis* sur la treizieme Leçon, *page* 114 *& suiv.* & ce que j'en ai dit dans les *Leçons de Physique, Tome V, pag.* 208, (†) suffira pour guider ceux qui voudront la répéter: j'ajoute seulement qu'il faut que les deux miroirs soient bien stables & ne vacillent point, tandis qu'on fait agir le soufflet pour exciter le feu du charbon; & qu'il est à propos que l'un des deux, au moins, soit monté de maniere qu'il puisse aisément s'incliner haut & bas & de côté, afin qu'on puisse avec promptitude & facilité, mettre sa surface parallele à celle de l'autre: au lieu d'al-

(*) Ed. de Paris, Pag. 229.
(†) Ibid. Pag. 210.

d'allumer de la poudre, je préfere de mettre le feu à un morceau d'amadou.

Pour faire voir que l'image s'apperçoit en-deçà du miroir concave & dans une ſituation renverſée, quand l'objet eſt moins avancé vers lui que l'endroit où eſt ſon foyer, vous obſerverez ce qui ſuit. Si c'eſt pendant le jour, tournez le derriere du miroir vers la fenêtre, afin que ce que vous lui préſenterez par-devant ſe trouve bien éclairé; ſi c'eſt la nuit, vous mettrez deux chandelles allumées à côté du miroir, mais un peu en arriere; je ſuppoſe que tout cela eſt ſur une table, de ſorte que le centre du miroir, ſe trouve ſeulement un peu plus bas que l'œil du ſpectateur qui ſe tient debout. On peut préſenter l'objet avec la main un peu au-deſſus de l'axe du miroir, & à la diſtance preſcrite; mais il faut ou allonger le bras, ou tenir l'objet au bout d'un bâton, afin que l'œil en ſoit éloigné de deux ou trois pieds. J'épargne ce petit ſoin à mes auditeurs, en attachant avec un peu de cire molle, une petite bande de carton blanc taillée en fleche, au bout d'une regle de trois pieds de longueur, que je fais porter par un ſupport qui hauſſe & baiſ-

baiſſe à volonté, & qui permet à la regle de s'incliner, s'il en eſt beſoin; quand j'ai une fois placé ce petit appareil à la diſtance convenable, chacun va voir à ſon tour au bout de la regle, & je ſatisfais en peu de temps un grand nombre de perſonnes.

Cette expérience eſt ſuſceptible d'une infinité d'applications très-curieuſes & capables de cauſer bien de la ſurpriſe aux gens qui n'en auroient point connoiſſance: cachez, par exemple, votre miroir derriere une porte, ou derriere une eſpece d'écran qui ait au milieu un trou rond de deux pouces de diametre, *Fig.* 4. Attachez en *A* du côté qui regarde le miroir, une montre dont vous aurez ôté la chaîne, en obſervant de mettre le midi en bas; ſur l'autre face de l'écran attachez la chaîne de la montre en *B*, de ſorte qu'elle pende juſqu'en *b*. Ceux qui ſeront placés par devant, mais de côté, en regardant la chaîne, ne verront au bout qu'un trou vuide; mais ſi vous amenez quelqu'un en face de ce trou & à la diſtance de trois ou quatre pieds, vous lui ferez voir l'heure qu'il eſt à la montre, qui lui paroîtra

tra en place du trou & pendue à sa chaîne; je suppose que le miroir est suspendu comme d'ordinaire, dans un croissant porté sur un pied, ce qui donne la facilité de l'incliner convenablement pour jetter l'image de la montre précisément dans le trou.

Comme on fait voir le cadran d'une montre, on peut également faire paroître dans ce trou mystérieux, le portrait de quelqu'un ; voilà un moyen de faire voir des revenants, ou de désigner l'auteur de quelque action bonne ou mauvaise : il est bon qu'on sache jusqu'aux abus qu'on peut faire de ces sortes de curiosités naturelles, afin de n'en point être la dupe.

Vous ferez paroître de même sur le bout d'un banc ou d'une table, un bouquet de fleurs, un chandelier, une figure humaine en relief, ou tout autre objet, s'il est attaché dessous dans une situation renversée, & qu'il soit bien éclairé du côté qui regarde le miroir : voyez la *Fig.* 5.

Des miroirs mixtes.

Lisez avec attention ce que j'ai écrit dans les *Leçons de Physique*, *Tome* V,

V, *pag.* 224 & *suiv.* (*) pour expliquer les effets des miroirs cylindrique & conique, & joignez à cette lecture réfléchie, ce que j'ai enseigné ci-dessus par rapport aux miroirs prismatique & pyramidal à plusieurs faces, alors il vous restera peu de choses à apprendre sur l'article présent. Car si vous considérez que le cylindre est un prisme d'une infinité de côtés qui n'ont point de largeur sensible, vous comprendrez que la *Fig.* 5. *Pl. XI*, par laquelle j'ai déterminé l'espace *i H* avec ses divisions, pour sçavoir quelle largeur il faut donner au carton devant chaque face du prisme, vous indique de même celle qui doit se trouver vis-à-vis chaque ligne prise de haut en bas sur le cylindre, & comme ces lignes se touchent & qu'elles n'ont point de largeur sensible, il s'en suit que les bandes *n o*, *m l*, *p q*, *r s*, *Fig.* 6, qui sont fort écartées les unes des autres pour le miroir prismatique qui n'a que quatre faces, sont bien plus nombreuses & sans interruption pour le miroir cylindrique.

XVI. LEÇON. II. Sect. Art. II. *Pl. V. Fig.* 26, 27, & 28.

Vous prendrez donc pour dessiner le

(*) Ed. de Paris, Pag. 234.

le tableau, un carton semblable par ses dimensions, à celui de ce dernier miroir, & vous y tracerez avec le crayon deux portions de cercles concentriques, comme *d v t*, & *n l q s*; en observant que le plus petit soit éloigné du miroir de la quantité *f i*, & l'autre de la quantité *f H*. L'espace renfermé entre les deux lignes circulaires, sera ensuite divisé par trois autres portions de cercles toujours concentriques, en quatre parties plus larges les unes que les autres, & dans les proportions indiquées par celles qui sont numérotées 1, 2, 3, 4, dans la *Fig. 5*.

Le miroir cylindrique n'a que les quatre dixiemes du pourtour d'un cylindre, & c'est assez pour faire voir à l'œil, qui est placé vis-à-vis le milieu de cet espace, toutes les parties de l'objet qui est peint sur le carton: vous tracerez un cercle excentrique aux précédents, qui représente la base du cylindre dont le miroir fait partie; vous le diviserez en dix parties égales en commençant par le point *a*, *Fig. 6.* comme vous avez fait pour le prisme; vous tracerez des tangentes sur les deux points de division qui sont

de

de part & d'autre du point *a*; de *C* où l'on ſuppoſe l'œil, vous menez des lignes droites, ſur chaque point de diviſion *ca*, *ck*, *cd*, &c. & faiſant l'angle de réflexion égal à celui d'incidence, vous aurez cinq lignes, qui partageront en quatre parties tout l'eſpace circulaire, qui eſt devant le miroir; par le moyen de ces rayons, & des lignes circulaires dont j'ai parlé précédemment, l'eſpace dans lequel vous devez deſſiner le tableau, ſera partagé en ſeize caſes; dans leſquelles il vous ſera aiſé de rapporter ſes différentes parties, quand vous l'aurez diviſé lui-même en ſeize caſes, par des cercles concentriques également eſpacés, & par des rayons tendant au centre de ces mêmes cercles.

Raiſonnez & procédez de même pour le miroir conique, en conſidérant *A B*, *Fig.* 8, comme une ligne droite priſe ſur le cône de la baſe à la pointe. *A E* ſera le rayon d'un cercle tracé ſur le carton & ſur lequel vous placerez la baſe du miroir: *EI*, *EH*, ſeront les rayons de deux autres cercles que vous tracerez légérement avec du crayon, & qui formeront entr'eux un

espa-

eſpace circulaire, dans lequel il faudra deſſiner le tableau : pour cet effet, vous diviſerez cet eſpace par trois cercles concentriques, en quatre parties inégales, dont les proportions ſeront les mêmes, que celles qui ſont indiquées par la *Fig.* 8, pour diviſer la hauteur des triangles dans leſquels on rapporte le tableau du miroir pyramidal. Vous ſubdiviſerez enſuite tous ces eſpaces circulaires en ſecteurs tronqués par des rayons tendant au centre, en tel nombre qu'il vous plaîra, au nombre de ſix, par exemple, ou de huit. Enfin vous décrirez ſur votre tableau un cercle qui renferme toutes ſes parties, & entre ſa circonférence & ſon centre, trois autres cercles également eſpacés entr'eux ; & vous couperez tous ces cercles concentriques par des rayons, en même nombre que ceux que vous aurez tracés ſur le carton ; par ce moyen votre tableau ſera partagé en autant de parties qu'il y aura de caſes, ſur le carton, il ne reſtera plus qu'à les y tranſporter.

Mais vous ferez attention que le miroir conique, ainſi que le miroir pyramidal, fait voir dans ſa baſe l'image

ge

ge de tout ce qui eſt peint ou deſſiné autour de lui; & qu'il y repréſente toutes les parties de l'objet, dans un ordre oppoſé à celui qu'elles ont ſur le carton ; de ſorte que ſi vous aviez placé aux deux côtés du miroir deux fleches, comme *A*, *B*, *Fig.* 6. *Pl. XII.* dont les pointes ſe regardaſſent, elles ſe préſenteroient au fond du miroir comme *a* & *b*: ſur ce pied-là, ſi vous avez envie de faire voir un as de pique au naturel à l'œil placé au-deſſus de la pointe du cône, il faudra que le contour de la figure ſoit placé ſur le carton plus près du centre que tout le reſte, comme *d*, *e*, *f*, *g*, &c. *Fig.* 7. & que tout le carton, depuis cette ligne juſqu'à la circonférence, ſoit noir.

Pour ne vous y point tromper, vous numéroterez en ſens contraire, les eſpaces circulaires du carton & ceux que vous aurez tracés ſur le tableau ; & vous direz, par exemple, la pointe de l'as commence ſur le premier rayon & à peu près au milieu du premier eſpace circulaire du tableau, ce point eſt en *a* ſur le carton, vous le marquerez avec la pointe du crayon ; vous continuerez en diſant, la ligne qui part

de

de *a* en s'approchant du centre du tableau, coupe le deuxieme cercle environ à sa cinquieme partie, vous ferez encore là une petite marque de crayon *b* ; la ligne traverse, direz-vous, tout le second espace du secteur, & va couper le second rayon qui le termine, à-peu-près aux deux tiers de sa longueur, en s'approchant du centre, c'est en *c* qu'il faut marquer le passage de la ligne, &c. Avec un peu d'attention & d'habitude, vous parviendrez à marquer tous les autres points *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, que vous lierez ensemble par une ligne continue, ayant soin de regarder de temps en temps sur la pointe du miroir, pour vous assurer que vous formez sur votre carton, le trait qui doit produire l'image de l'objet.

Les cartons peints pour le miroir conique doivent être arrondis circulairement, & la peinture doit s'étendre jusqu'à la circonférence, autrement l'image pourroit se trouver interrompue vers le centre, par un espace blanc, ce qui feroit un mauvais effet. Il n'y a point de carton plus difficile à deviner que ceux du miroir conique, par-

parce que les parties du tableau y sont dessinées dans un ordre renversé, & que celles qui sont le plus rapprochées dans le tableau, s'y trouvent extrêmement étendues. Les objets les plus simples sont ceux qui réussissent le mieux; une tête seule, par exemple, vaut mieux pour cela, qu'une figure humaine toute entiere.

Premiere Expérience.

EXÉCUTEZ la grande platine & la table en forme de guéridon, comme il est prescrit à l'endroit cité en marge: peignez en blanc, comme il est dit, la premiere de ces deux pieces, mais que ce soit avec de la peinture à l'huile à cause de l'eau qui peut tomber dessus, & qui effaceroit la division du cercle qui est tracé dessus; pour maintenir plus sûrement la table de la seconde piece, il faut la faire porter sur quatre consoles, aboutissant à la piece du centre qui tourne sur la tige du pied; & il faut que la vis de pression qui l'arrête, quand on l'a mise à la hauteur requise, soit forte, pour ne point

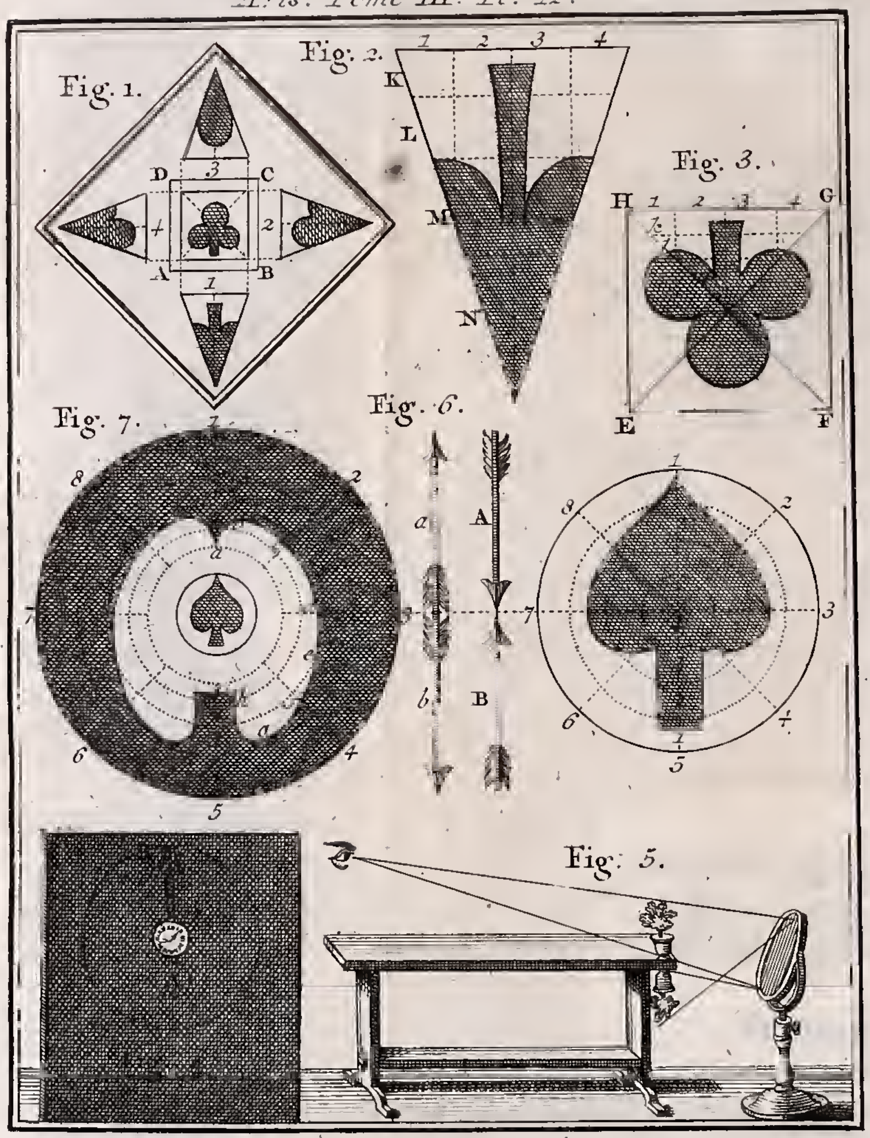
XVI. Leçon. II. Section. Art. III. *Fig.* 1, 2, 3, 4, & 5.

point céder au poids, dont cette table eſt chargée ordinairement.

Vous ferez entrer un gros rayon ſolaire dans la chambre obſcure, en vous ſervant de l'appareil que j'ai décrit ci-devant au commencement des *Avis ſur la quinzieme Leçon*; le gros tuyau qui a un mouvement de genouil, & un miroir que vous placerez dans la caiſſe, vous donneront ce jet de lumiere dans telle direction qu'il vous plaîra; ſi vous avez un miroir plan de métal, il faudra le préférer à tout autre; mais s'il vous manque, vous pourrez en employer un de glace au teint. Le tuyau ayant près de deux pouces de diametre, fera paſſer par la fente de la platine verticale autant de lumiere qu'il en faut, pour qu'une partie paſſe dans l'eau de la caiſſe, & l'autre au-deſſus.

Vous pourrez faire la caiſſe qui doit contenir l'eau avec du fer-blanc un peu fort; l'ouvrier repliera le bord d'en bas en dedans, pour aſſeoir le morceau de glace qui doit en faire le fond; & que vous attacherez avec du maſtic de Vitrier, ainſi que le verre de vître qui doit recouvrir la fente qui eſt ſur un des côtés: le maſtic tiendra mieux

&


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
A
B
C
D
E
F
G
H
K
L
M
N

& s'attachera plus facilement, ſi le métal a été enduit auparavant avec une couche ou deux de peinture à l'huile qu'on aura laiſſé bien ſécher. Cette caiſſe ſera plus élégante, ſi elle eſt faite avec des plaques de laiton, bien dreſſées, & ornée de moulures, tant en haut qu'en bas.

Le quarré de cryſtal dont j'ai fait mention, n'eſt point facile à trouver; on a rarement des morceaux de verre de cette épaiſſeur & ſans bouillons: mais on peut s'en paſſer; car il ne ſert ici qu'à faire voir la différence qu'il y a entre la réfringence de l'eau & celle du verre; & cela ſe voit également, quand on fait paſſer les rayons ſolaires ſucceſſivement par une lentille creuſe remplie d'eau, & par une lentille de verre plein qui ait la même convexité; celle-ci raſſemble la lumiere plus près d'elle, ou, ce qui eſt la même choſe, elle a un foyer plus court: ce qui prouve, que les rayons s'y plient davantage en traverſant ſon épaiſſeur.

Seconde Expérience.

VOUS vous ſervirez encore pour

XVI. Leçon. II. Section. Art. III. *Pl. VII. Fig. 9, 10.*

cette expérience, & pour les ſuivantes, du même tuyau que vous aurez employé dans la précédente, en adaptant au bout un verre lenticulaire qui en occupe toute la largeur, & qui ait un foyer convenable. Pour cet effet, vous attacherez ce verre à un coulant de douze ou quinze lignes de longueur, que vous ferez entrer dans le bout du gros tuyau.

Comme les rayons ſolaires qui ſortent enſemble du tuyau pour entrer dans la chambre obſcure, ont un peu de divergence, il ſeroit mieux de les rendre parfaitement paralleles entr'eux, en les faiſant paſſer par un verre qui eut un peu de convexité, comme je l'ai dit dans la *préparation*; cependant on peut s'en diſpenſer, parce que ſur un trajet de cinq à ſix pouces qu'on fait faire à ces rayons, le parallėliſme ne paroît point ſenſiblement altéré.

La caiſſe vîtrée dont il s'agit ici, peut ſe faire en bois, pourvû qu'on l'enduiſe, par dedans & par dehors, avec quelque peinture graſſe, ou quelque vernis, que l'eau ne puiſſe pas pénétrer; le Menuiſier ou l'Ebéniſte y formera

des

des feuillures en dedans, pour recevoir les deux grands verres, & les plaques de cuivre des deux petits côtés. Tout cela doit être attaché avec du mastic de Vitrier. Autour des ouvertures circulaires pratiquées aux deux plaques de métal, & sur le côté qui répond au dedans de la caisse, il faudra souder à l'étain, des cercles qui forment des feuillures, pour recevoir les verres courbes, qui seront mastiqués comme les autres; ces verres se trouvent très-communément chez les Miroitiers, qui en préparent pour les Horlogers: il faut les demander moins creux que ceux qui servent pour les montres; ils seront bons s'ils sont partie d'une sphere de cinq à six pouces de diametre.

Troisieme Expérience.

ADAPTEZ au bout du gros tuyau, un verre lenticulaire presqu'aussi large que lui, & qui ait huit à neuf pouces de foyer; dans la plupart des grandes villes, il y a des Lunetiers, qui travaillent des verres concaves, ou convexes; on fera beaucoup mieux de s'a-

XVI. LEÇON. II. Sect. Art. III. *Pl. VII. Fig.* II.

s'adresser à ces ouvriers pour s'en procurer, que d'entreprendre de les faire soi-même, si l'on n'est pas exercé depuis long-temps à ces sortes d'ouvrages ; cependant j'ai enseigné la maniere de les faire, pour ceux qui voudront l'entreprendre. *Tome I. page* 170. *& suiv.*

Quatrieme Expérience.

Ibidem. Il n'y a rien dans la *Préparation* de cette expérience, qui puisse embarrasser, après ce qui a été dit au sujet des précédentes ; j'ajouterai seulement quelque chose par rapport aux applications.

Si vous voulez faire voir, qu'un objet couvert d'une masse d'eau paroît plus près de l'œil, & plus grand, que quand il est à pareille distance hors de l'eau, vous tracerez une grosse ligne droite avec du crayon blanc sur un fond noir, ou bien vous y étendrez une bande de papier ou de carton, & vous placerez dessus, la caisse à fond vîtré & pleine d'eau, de la premiere expérience ; vous la placerez, dis-je, de maniere qu'une partie de l'objet débor-

de

de de deſſous le vaiſſeau ; & vous comparerez à cette partie, celle qui eſt vue à travers l'eau, pour en reconnoître la différence.

Cherchez chez un Miroitier, une bande de glace épaiſſe & taillée en biſeau, pour regarder les objets au travers ; vous verrez le même dans deux endroits différents, ſi vous le regardez ſucceſſivement, par le biſeau, & par la partie de la glace qui a ſes deux ſurfaces paralleles.

Il faut vous munir d'un verre plan-convexe, dont la convexité ſoit taillée à facettes ; ces ſortes de verres ne ſont point rares, preſque tous les Lunetiers en vendent : ſi l'on veut qu'ils ſoient taillés bien réguliérement, & que les angles en ſoient bien vifs, il faut demander au Lunetier un verre plan d'un côté & très-convexe de l'autre, & le porter à un Lapidaire qui le travaillera ſur ſa meule, comme il travaille les pierres, qui ſont le ſujet de ſon art.

Cinquieme, ſixieme & ſeptieme Expériences.

PROCÉDEZ exactement dans ces

XVI. LEÇON. II. Sect. Art. III. *Pl. VIII. Fig.* 18, 19, & 20.

trois expériences comme il est marqué dans les *Leçons de Physique*; le plan qu'on éleve verticalement dans la caisse pour recevoir le cercle lumineux de la septieme expérience doit être de métal, & pour bien faire, peint en blanc; une petite plaque de fer-blanc montée sur une base de plomb & blanchie avec du blanc de céruse broyé à l'huile, sera tout ce qu'il faut.

Le même verre avec lequel on a rendu les rayons convergents, en fournira qui seront divergents; il n'y a qu'à les prendre, après qu'ils se sont croisés au foyer, comme on le peut voir par les figures citées en marge.

XVI. LEÇON. II. Sect. Art. III. *Pl. VIII. Fig.* 24.

POUR faire voir l'effet du bocal, on peut, dans le cas de besoin, se servir d'un matras, ils ont ordinairement la boule assez ronde; on le placera, sur un pied dont la tige soit terminée par un petit plateau de bois creusé suivant la convexité du verre: il est presqu'inutile de recommander que l'eau qu'on mettra dans ce vaisseau, soit bien claire.

J'ai fait mention des corps solides plongés dans l'eau, qui nous paroissent sous des figures difformes, quand le verre à travers lequel nous les voyons,

yons, n'eſt arrondi que dans un ſens, comme ces bocaux cylindriques dont les Droguiſtes & les Apoticaires font tant d'uſage; il eſt bon d'en faire une expérience, en ſuſpendant dans le milieu d'un de ces vaiſſeaux rempli d'eau pure, une boule d'yvoire, ou de quelque autre matiere peſante & d'une couleur claire.

Il faut être pourvû de pluſieurs verres lenticulaires de différents foyers, & de différentes grandeurs, montés dans des chapes de corne ou d'écaille; ou bien s'ils ont ſept à huit pouces de diametre, on les monte dans un cadre de métal ou de bois tourné, & porté ſur deux pivots dans un croiſſant, qui eſt ſoutenu lui-même par un pied à patte: cela eſt ſuffiſamment connu. Avec ces verres, vous ferez voir que l'image de l'objet s'amplifie, & vous ferez remarquer les autres effets qui leur ſont propres, & que j'ai détaillés, *Leçons de Phyſique*, *Tome V*, depuis la *page* 294, jusqu'à la *page* 307 (*).

Le plus curieux de ces effets, c'eſt de

(*) Ed. de Paris page 309 & ſuiv.

XVI. LEÇON. II. Sect. Art. III. *Pl. IX. Fig.* 30.

de faire appercevoir l'image de l'objet entre le verre & l'œil: pour faire voir en même temps, que cette image est renversée, vous découperez dans une carte à jouer, une fleche longue comme le doigt; vous l'attacherez sur un fond noir contre une muraille bien éclairée, à peu près à la hauteur de l'œil; vous placerez en avant une lentille large de deux à trois pouces, & dont le foyer soit à peu près à la moitié de l'intervalle qui est entr'elle & l'objet; & vous vous placerez devant le verre en reculant jusqu'à ce que vous apperceviez l'image entre lui & vous: si vous voulez déterminer ces distances avant de faire l'expérience, consultez l'endroit cité des *Leçons de Physique.*

Huitieme, neuvieme & dixieme Expériences.

XVI. LEÇON. II. Sect. *Art. III. Pl. IX. Fig.* 31, 32, & 33.

JE n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit touchant la manipulation de ces expériences; il faut avoir quelques verres concaves de deux à trois pouces de diametre, pour en faire voir les principaux effets: comme ces verres ren-

rendent l'image plus petit que l'objet, & que nous ſommes naturellement portés à croire qu'un objet eſt plus loin de nous, quand il nous paroît diminuer de grandeur, on aura peine à ſe perſuader, que le verre concave rapproche l'image; il faut tâcher de ſe défaire du préjugé, & regarder avec ce verre un objet long qui le déborde, telle qu'une bande de papier, dont partie ſoit vue au travers du verre, & l'autre à côté: avec un peu de temps, on reconnoîtra que l'effet dont il s'agit eſt vrai; il en eſt de même du verre convexe, qui éloigne l'image; on a peine à le croire, parce que cette image eſt amplifiée; mais on revient peu à peu de cette illuſion, en faiſant ce que je viens d'indiquer.

Pour aider les commençants à reconnoître dans les figures tracées ſur le papier, la coupe des verres, tant convexes que concaves, je fais uſage de deux morceaux de buis tournés, taillés comme eux, & qui ſont coupés diamétralement; en ſéparant les deux moitiés, je fais voir leur coupe.

AVIS

Concernant la DIX-SEPTIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

XVII. LEÇON. III. Sect. Art. I. *Pl. I. Fig.* 1, 2 & 3.

DANS cette expérience & dans celles qui la suivront, servez-vous de l'appareil que j'ai décrit au commencement des *Avis* sur la quinzieme Leçon, & qui est représenté par la *Fig.* 2. *Pl. X.* en mettant au bout du tuyau z la piece *a*, qui ne laisse passer qu'un rayon solaire de trois lignes de diametre.

Vous pouvez indifféremment diriger le rayon horizontalement, de bas en haut, ou de haut en bas, suivant la commodité du lieu, en plaçant l'angle réfringent du prisme en haut, en bas ou de côté. Si vous dirigez le tuyau z de bas en haut, vous prendrez pour y jetter le rayon solaire, celui de vos miroirs le moins élevé, & qui sera monté sur une semelle de bois

bois garnie de plomb en-dessous, comme je l'ai indiqué, *pag.* 217.

Il est assez difficile de se procurer de bons prismes de verre solide, tels qu'il les faut pour ces expériences ; on n'en trouve point communément, chez les Lunetiers, ni à Paris ni à Londres. J'ai dit en parlant de la maniere de travailler le verre, *Tome I. pag.* 213, comment on peut en faire avec des morceaux de glace fondue dans un moule, & travaillés ensuite.

Si l'on en fait avec des lames de glace, pour les remplir d'eau, il faudra qu'elles soient minces, bien droites, sans bouillons & sans filandres; on pourra les assembler dans un bâtis formé avec des bandes de fer-blanc ou de laiton mince, & les attacher avec du mastic de Vitrier. On ne doit avoir recours à ces moyens, que quand on ne peut pas avoir des prismes de verre solide, ou bien pour éprouver les dégrés de réfringence de différentes liqueurs.

Il faut pour bien faire, que le carton blanc sur lequel on reçoit le spectre du prisme, soit au moins à 10 ou 12

12 pieds de diſtance, vers le fond de la chambre ; ſi l'aſſemblée eſt fort nombreuſe, on pourra le recevoir ſur un tranſparent de taffetas blanc très-mince (qu'on nomme communément *demi-Florence*), afin qu'on le puiſſe voir par-derriere & par-devant : le carton ou le tranſparent doit avoir au moins une largeur de quinze à dix-huit pouces en tous ſens, & être monté ſur un ſupport, qui ſe puiſſe hauſſer & baiſſer.

Seconde & troiſieme Expériences.

JE n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit ſur ces deux expériences, ſinon, qu'il faut que les verres de couleur employés dans la derniere, ſoient le plus foncés qu'il eſt poſſible ; il n'y a guere que le rouge, le gros bleu, & le verd qui réuſſiſſent paſſablement bien ; les autres laiſſent paſſer d'autres rayons avec ceux qui ſont analogues à leur couleur.

XVII. LEÇON. III. Sect. Art. I. *Pl. I. Fig 5 & 6.*

Quatrieme Expérience.

AU LIEU de la planche mince & percée au milieu que j'ai dit d'élever ver-

verticalement à une petite diſtance du premier priſme, on trouvera plus de commodité à ſe ſervir de cette eſpece d'écran que j'ai décrit ci-devant *page* 219. parce que le trou du milieu eſt fait dans une plaque de cuivre avec des bords amincis & ſans bavures. La planche qui ſe place devant le ſecond priſme, pourra être faite comme je l'ai décrite à l'endroit cité en marge; mais le bois, quand il eſt mince, avec une certaine largeur, eſt ſujet à ſe courber; c'eſt pourquoi je fais maintenant cette piece avec une feuille de tôle forte, que je peins en noir du côté qui reçoit la lumiere, & en blanc par le côté oppoſé, afin qu'on puiſſe y appercevoir aiſément la lumiere colorée qu'on y fait quelquefois tomber par réflexion.

Cinquieme Expérience.

J'AI dit qu'il falloit ſe reculer de huit ou dix pieds pour regarder à travers le priſme, le carton moitié bleu & moitié rouge; il faut s'éloigner beaucoup moins, comme de deux pieds ſeulement, mais regarder de toute ſa hauteur, ou même s'élever en montant *Ibid. Pl. II, Fig. 7.*

fur une chaife ; les deux images paroîtront alors plus tranchées ; on fera bien auffi de placer ce carton fur un fond noir.

En réfléchiffant tous enfemble les rayons réfractés par le prifme, avec des miroirs de différentes formes, ayez foin de les jetter fur une muraille ou contre un plafond blanc, afin qu'on diftingue mieux leurs couleurs & l'ordre qu'ils garderont entr'eux ; & quand vous les recevrez fur le miroir cylindrique, ayez foin de ne le point trop incliner, afin qu'il les comprenne tous, & que l'arc lumineux foit plus complet.

Sixieme Expérience.

XVII. Leçon. III. Sect. Art. I. *Pl. II. Fig.* 8.

CETTE expérience s'exécute plus facilement & plus promptement quand elle eft faite par deux perfonnes qui s'entendent bien ; cependant on en vient à bout tout feul, au moyen de fupports à mouvements fur lefquels font montés les prifmes, comme on le peut voir, *Leçons de Phyfique, Tome V, page* 344 (*). *Pl. I. Fig.* 2. il faut auffi que les cartons ou les tranfparents

(*) Ed. de Paris, page 346.

rents sur lesquels on fait tomber les rayons, en sortant des prismes, soient portés par des supports, avec lesquels ils puissent se hausser, se baisser, se reculer ou s'approcher, &c.

Septieme Expérience.

CETTE expérience est une des plus délicates en ce genre, il faut la faire avec beaucoup de précautions; j'ai marqué en la rapportant, celles qui m'ont paru les plus nécessaires & avec lesquelles j'ai réussi. *Ibid. Pl. II. Fig.* 9, 10 & 11.

Huitieme, neuvieme & dixieme Expériences.

JE crois avoir suffisamment expliqué ce qu'il faut faire pour réussir dans ces trois expériences; pour la neuvieme vous ferez passer deux rayons solaires par les pieces à coulisses de la caisse que j'ai décrite précédemment *pag.* 206. *Pl. IX*, *Fig.* 3 & 4. en ôtant les verres dont les deux lunettes sont garnies, & en mettant aux bouts qui répondent dans la chambre une petite piece ronde de laiton, qui ait au mi- *Ibid. Pl. III. Fig.* 12 & 13.

milieu un trou rond de deux lignes de diametre ou un peu plus. Au lieu des planches percées dont j'ai fait mention à l'endroit cité en marge, vous ferez mieux d'employer des feuilles de tôle ou de fer-blanc.

Onzieme Expérience.

XVII. Leçon. III. Sect. Art. I. *Pl. IV. Fig.* 16 & 17.

VOUS prendrez pour exécuter cette expérience, un de ces globes de verre blanc, à deux goulots diamétralement opposés, dont on se sert pour l'électricité, vous choisirez un des plus petits, il suffiroit qu'il eût quatre ou cinq pouces de diametre; sinon, vous prendrez la boule d'un matras dont vous aurez supprimé le col, & après l'avoir remplie d'eau bien claire, & bouchée avec du liege garni d'un crochet, vous le suspendrez comme il est marqué dans la figure citée en marge. Si vous ne voulez pas qu'il tourne, ce qui ne manqueroit pas d'arriver, s'il n'étoit suspendu qu'avec une seule ficelle, vous le suspendrez avec deux, en attachant avec du mastic, au pole qui est opposé au bouchon, une petite calotte de fer-blanc

large comme un écu, ayant à ſon centre un crochet.

Vous pourrez faire encore cette expérience avec un bocal rond ou cylindrique, rempli d'eau & poſé ſur une table, en faiſant tomber deſſus un gros rayon ſolaire, & en plaçant l'œil dans une ligne qui faſſe avec ce rayon l'angle qui eſt requis.

Vous imiterez encore *l'arc-en-ciel* d'une maniere plus naturelle, en faiſant tomber de l'eau en forme de pluie au travers d'un gros rayon ſolaire, que vous regarderez en vous plaçant comme il eſt dit. Ces effets ſont plus ſenſibles quand ils ſe paſſent dans une chambre obſcure.

Premiere Expérience.

L'OBJECTIF d'un téleſcope de vingt-cinq ou trente pieds, tel qu'il le faudroit pour produire des anneaux colorés par la ſimple preſſion ſur un verre bien plan, n'eſt point une choſe qu'on ait toujours en ſa diſpoſition : un tel verre d'ailleurs eſt précieux, & l'on pourroit le caſſer, en l'appuyant fortement ſur un autre verre, ou le lais-

XVII. LEÇON. III. Sect. Art. II. *Pl. IV. Fig.* 19.

laisser tomber par accident; on fera également l'expérience dont il s'agit avec deux morceaux de glace de miroir, dont on aura ôté le teint, en les frottant pendant quelques instants, l'un sur l'autre, & en les pressant ensuite entre les doigts.

Un simple morceau de vitre, sur lequel on a étendu avec le doigt quelques gouttes d'esprit-de-vin, fait voir aussi de pareilles couleurs, à mesure que l'évaporation diminue inégalement l'épaisseur de cet enduit.

Seconde Expérience.

Ibid. Il y a dans cette suite d'expériences du même genre, plusieurs liqueurs qu'il est bon de préparer soi-même, si l'on est éloigné des grandes villes, afin de les avoir plus fraîches. Sur le choix & la préparation des drogues, consultez ce que j'ai enseigné dans la seconde partie de cet ouvrage, *Tome I.*

Troisieme & quatrieme Expériences.

Ibid. Si vous faites faire la fiole exprès à la Verrerie, recommandez qu'on y

fasse

faſſe une patte comme à un verre à boire, & que l'orifice ait un bord rabattu en dehors, pour qu'on puiſſe lier autour un morceau de veſſie mouillée par-deſſus le bouchon de liege; cela ſuppoſe que cette fiole ſera gardée toute remplie; il vaudroit mieux cependant qu'on renouvellât l'eau & l'eſprit de térébenthine pour chaque expérience; car à la longue, les parties graſſes ou réſineuſes qui s'attachent au verre, empêchent que la partie qui contient l'eau, ne jouiſſe de toute ſa tranſparence.

Premiere Expérience.

Il n'y a rien à changer à l'inſtrument repréſenté par la figure 3, citée en marge, ſi l'on s'en ſert toujours dans une chambre obſcure, en l'appliquant à un trou fait au volet de la fenêtre; mais ſi l'on veut en faire uſage en plein jour, je conſeille de le conſtruire de la maniere ſuivante. XVII. Leçon. IV. Sect. Art. I. *Pl. V. Fig.* 3.

La boule n'eſt ici qu'un hors-d'œuvre, & ne ſert qu'à rappeller l'idée du globe de l'œil; tout ce qu'il y a d'eſſentiel dans l'inſtrument, c'eſt la lentille

tille objective & le papier huilé sur lequel l'image de l'objet va se peindre: on peut rendre celui-ci mobile, & fixer le verre.

Vous ferez donc un tuyau semblable à celui dont j'ai donné la construction, au commencement des *Avis* sur la quinzieme Leçon *page* 209 *& suiv.* Vous collerez sur une de ses extrêmités, des morceaux de bois assemblés à plats-joints, que vous arrondirez en forme de boule sur le tour: vous fermerez le tuyau de ce côté-là, par une piece de buis, ou de quelqu'autre bois dur, tournée & qui entrera à feuillure: vous ferez au milieu un trou rond de neuf à dix lignes de diametre, pour y placer une lentille de trois pouces de foyer, sur laquelle vous visserez une lunette, de six à sept lignes d'ouverture. Par le bout opposé vous ferez glisser un autre tuyau, qui porte un papier huilé, ou un verre douci, jusqu'au foyer de la lentille & un peu au-delà: & le tout sera monté sur un pied, comme on le voit par la *Fig.* 1. *Pl.* XIII.

Au-dessus de la lentille objective, il faut attacher une double lunette *C*, d'é-

d'écaille ou de corne, qui tourne ſur le bout d'un axe de métal implanté dans la boule. Cette lunette portera d'un côté un verre convexe n°. 12, & de l'autre un concave n°. 18 ; tous les Lunetiers entendent ces expreſſions, & d'ailleurs on peut s'écarter un peu de ces proportions : il faut que cette lunette tourne avec frottement, & qu'elle puiſſe préſenter tantôt l'un des deux verres, tantôt l'autre. Cet inſtrument eſt vû de face à la lettre *A*.

Vous aurez ſoin que le tuyau coulant, qui porte le papier huilé ou le verre douci, ſoit noir intérieurement ; & comme en préſentant cet inſtrument aux objets éclairés pour en voir l'image au bout du coulant, on peut être incommodé de la lumiere du jour qui vient dans les yeux, vous ferez bien de vous en garantir en enfilant ſur le tuyau, un carton noir *B*, large d'un pied ou environ, percé au milieu & garni d'un cercle plat qui le maintienne dans une direction directement oppoſée à celle de la lumiere que vous voulez éviter. Du reſte, cet inſtrument eſt ſuſceptible, comme tous les autres, d'être décoré exté-

rieu-

rieurement, par quelque peinture ou quelque vernis enjolivé.

Avec l'inſtrument dont je viens de donner la deſcription, il faudroit joindre la diſſection d'un œil de bœuf ou de veau nouvellement tué, ne fût-ce que pour donner aux commençants une idée des principales parties de cet organe; en le demandant au Boucher, il faut lui recommander de ne pas couper le nerf trop près du globe; & s'il faut le garder juſqu'au lendemain, tenez-le plongé dans de l'eau claire, pour entretenir la ſoupleſſe.

Après avoir ôté avec des ciſeaux les graiſſes & les chairs qui couvrent le premier tégument, vous ferez obſerver le nerf optique qui ſe trouvera pour-lors à nud; enſuite ayant placé l'œil dans une eſpece de bilboquet de bois ou de quelque autre matiere ſolide, de ſorte que la *cornée* tranſparente ſoit tournée en haut, vous enleverez cette partie en la cernant tout autour avec des ciſeaux fins, & vous ferez remarquer qu'elle a la conſiſtance avec la tranſparence de la corne, & que ſon épaiſſeur eſt compoſée de pluſieurs lames, qu'on peut ſéparer, quoiqu'avec peine. Im-

Immédiatement après l'ouverture de la cornée tranſparente, on voit ſortir une liqueur auſſi claire que de l'eau commune ; c'eſt celle qu'on nomme humeur *aqueuſe.*

Avec la cornée on enleve ordinairement *l'iris*, qu'on diſtingue beaucoup mieux avec la *pupille* qui eſt au milieu, quand on l'étend au fond d'une aſſiette de fayence remplie d'eau.

En preſſant l'œil extérieurement avec les doigts, on fait ſortir le *criſtallin*, qu'on peut reconnoître ſéparément ; après cela, on renverſe l'œil pour faire tomber l'humeur *vitrée* ſur une aſſiette ; & quand l'œil eſt ainſi vuidé, on peut voir les *ligaments ciliciaires* ſur la partie antérieure de l'humeur vitrée.

On obſerve la *rétine*, qui eſt une membrane molle & très-délicate, qui ſe préſente la premiere, quand l'humeur vitrée eſt ſortie ; on voit enſuite la *choroïde*, diſtinguée par le liſſe & les couleurs de ſon tiſſu ; enfin on peut avec un peu de ſoin & d'adreſſe, ſéparer celle-ci de la *ſclérotique.*

POUR prouver que le croiſement des axes optiques ſur un objet, nous aide

aide à juger de sa distance, quand elle n'est pas bien grande, on peut faire l'expérience que voici. Suspendez au milieu d'une chambre, un anneau de neuf à dix lignes de diametre, de maniere qu'il soit bien isolé & qu'il ne tourne point. Fermez un œil, & venez à lui de côté pour l'enfiler avec une baguette de deux pieds ou environ de longueur, au bout de laquelle soit un fil de fer plié d'équerre; c'est bien hazard, si vous en venez à bout, si ce n'est après plusieurs tentatives sans succès.

Lunettes dont on se sert pour lire.

XVII. LEÇON. IV. Sect. Art. II. MARQUEZ par une ligne à l'encre ou au crayon sur le tuyau coulant de l'œil artificiel décrit ci-dessus, de combien il doit être enfoncé, pour qu'une vûe ordinaire apperçoive distinctement l'image des objets extérieurs sur le papier huilé qui représente la rétine, ou le fond de l'œil; & écrivez à côté de cette ligne *vue commune*; faites tourner ensuite la lunette de façon que le verre convexe couvre la lentille objective, & avancez le

le tuyau coulant jusqu'à ce que l'image des objets vous paroisse distincte sur le papier huilé, (je suppose que vous n'êtes ni myope, ni presbyte ;) & vous tracerez sur le tuyau une seconde ligne circulaire, à côté de laquelle vous écrirez *vue presbyte* : enfin faites descendre le verre concave de la double lunette, vis-à-vis la lentille objective, & tirez le tuyau coulant, jusqu'à ce que vous voyez encore les images bien distinctes ; tracez une troisieme ligne sur le tuyau, & écrivez à côté *vue myope*.

L'œil artificiel étant ainsi préparé, vous ferez remarquer à ceux qui ont la vue ordinaire, que les images sont confuses sur le papier huilé, quand le tuyau est poussé jusqu'à la derniere ligne, ou tiré jusqu'à la premiere, & que dans le premier cas l'interposition du verre convexe, & dans le second celle du concave les éclaircit ; ce qui montre comment ces especes de verres font voir distinctement les myopes & les presbytes.

Chambres obſcures, & polémoſcopes.

XVII. Leçon. IV. Sect. Art. II. *Pl. V. Fig.* 5. & *Pl. VI. Fig.* 6 & 7.

IL ne s'agit ici que des chambres obſcures portatives; car j'ai dit à la fin des *Avis* ſur la quinzieme Leçon, comment on fait paroître l'image des objets extérieurs dans une chambre bien fermée, en faiſant un trou au volet de la fenêtre & en y plaçant un verre objectif; ou bien en mettant à la place de la caiſſe optique, une planche percée d'un trou quarré au milieu, pour recevoir une planche de même figure qui porte ce verre, & qu'on attache avec des tourniquets, *page* 228.

Plus la machine dont il s'agit eſt petite, plus les objets s'y repréſentent diſtinctement, parce que les verres de court foyer raſſemblent davantage les faiſceaux de lumiere, qui viennent des différents points viſibles de l'objet; mais ordinairement on ſacrifie quelque choſe de cet avantage, pour avoir une image plus grande : elle le ſera ſuffiſamment ſi vous donnez à la boîte neuf à dix pouces de hauteur, autant de largeur, & treize à quatorze pouces de longueur; vous pourrez rendre

cet-

cette derniere dimenſion moins apparente, en donnant aux quatre ou cinq derniers pouces du côté de l'objet, la forme d'une pyramide tronquée, & fermée par une piece quarrée dans laquelle vous fixerez le tuyau extérieur. *Fig.* 2.

Le Menuiſier aſſemblera à queues & à colle, toutes les parties de cette boîte; & il rapportera une moulure tout autour par en-bas. Le fond oppoſé au tuyau, s'ouvrira à charnieres de côté, ou deſcendra à couliſſe par en-haut pour laiſſer à découvert, quand vous le voudrez, une glace dépolie ou doucie, qui ſera priſe dans une feuillure, & retenue avec deux petits tourniquets de cuivre bien mince.

Il rendra de même le deſſus *D*, mobile par le moyen de deux charnieres placées ſur le devant de la boîte; & il pratiquera immédiatement au-deſſous, une autre feuillure, pour recevoir la même glace doucie, ou une ſemblable: ce couvercle en s'élevant doit porter avec ſoi deux joues angulaires comme *E*, qui empêchent le grand jour d'éclairer la glace, quand on s'en ſert avec le miroir pour voir

les objets droits. Et afin qu'il ne retombe pas de lui-même quand on l'a élevé, il faut garnir les deux joues en dedans avec du drap, afin qu'elles ayent un frottement doux contre les deux côtés de la boîte qu'elles embrassent, ou bien faire passer le bord qui est taillé en arc de cercle, sous une petite lame de métal *e*, faisant ressort, & attachée au côté de la boîte. Enfin le Menuisier mettra sur les deux côtés de la boîte, en dedans, deux tasseaux sur lesquels vous placerez le miroir qui doit être incliné de quarante-cinq dégrés, comme *ef*, & que vous pourrez toujours ôter, pour voir les objets renversés, dans le fond opposé au verre objectif.

Il faut que ce verre ait quinze à dix-huit lignes de diametre, & que son foyer puisse atteindre au fond de la caisse. Encadrez-le dans un petit cercle tourné, & joignez-le à un bout du tuyau *g*, qui puisse glisser dans celui qui est fixe: car son foyer devenant plus court ou plus long suivant que les objets sont plus ou moins éloignés, il faut pouvoir le faire avancer ou reculer, pour rendre les images distinctes.

Ce que j'ai dit de la chambre obscure

ſcure en pyramide ou pavillon quarré, *Leçons de Phyſique, Tome V. page* 508, (*) ſera ſuffiſant pour conduire un ouvrier intelligent, ou quelqu'un qui ſera un peu exercé aux ouvrages de méchanique; je vais cependant entrer dans quelques petits détails ſur les pieces qui donnent le mouvement aux parties de cette machine, & qu'on n'a pas pu faire ſentir ſuffiſamment dans les figures qui repréſentent l'enſemble.

Le collet d'en haut *G*, *Fig.* 3. qui réunit les montants, eſt entaillé pour les recevoir en quatre endroits diamétralement oppoſés, & chacun d'eux y entre librement, & eſt retenu par une goupille ſur laquelle il tourne, pour s'incliner, ſoit en dedans, ſoit en dehors.

Les montants *H*, &c. ſont des baguettes équarries, qui ont dans toute leur longueur, ſept lignes de large, ſur cinq d'épaiſſeur: quant à leur longueur, elle doit être telle, que le verre placé dans le collet ait ſon foyer à la baſe de la pyramide; ce foyer eſt de trente pouces ou à peu près.

Chaque montant eſt garni par en-bas de deux charnieres *i*, *i*, appli-

(*) Ed. de Paris, page 532.

quées de part & d'autre ſur ſa largeur, & attachées avec trois clous rivés, de façon que l'une ſerve de contre-rivure à l'autre. Ces charnieres ſont faites avec des lames de laiton bien recuit, qu'on fait paſſer dans une boucle de fil de fer comme *k*, & qu'on replie ſur elles-mêmes, en les ſerrant dans un étau près du collet, afin qu'elles embraſſent mieux le fil qu'elles renferment. La partie d'en bas de chaque charniere, celle qui n'eſt point clouée au montant, eſt repliée, non pas d'équerre, mais un peu obliquement comme *l*, pour faciliter l'inclinaiſon du montant, quand cette partie ſera parallele à la baſe de la pyramide.

C'eſt par cette partie repliée de la charniere, qu'on joint aux montants les tringles *m*, *n*, qui forment le chaſſis; elles ont la même largeur & la même épaiſſeur qu'eux; elles ſont refendues par chaque bout ſur leur épaiſſeur, pour recevoir la partie repliée dont nous parlons, & on l'y retient avec un clou qui traverſe le bois & le métal, & qu'on rive de part & d'autre; mais il faut faire cet aſſemblage fort lâche, afin que les pieces dans

dans leurs différents mouvements ne ſoient point gênées.

Le chaſſis qui forme la baſe de la pyramide a ſeize pouces en quarré ; chacun de ſes côtés eſt briſé au milieu, avec une charniere ordinaire *o*, attachée en-deſſous & noyée, afin qu'elle affleure le bois; quand les deux parties de la tringle briſée ſont redreſſées bout à bout l'une de l'autre, on les retient dans cet état par un crochet *p*, qui eſt en deſſus: les deux parties de la charniere qui eſt en deſſous, ſervent de contre-rivure au clou ſur lequel tourne le crochet, & au piton dans lequel il s'engage.

Le collet tournant *r*, qui porte le miroir, entre ſur celui où ſont aſſemblés les montants ; & afin qu'il n'en puiſſe pas ſortir, il eſt traverſé par deux vis diamétralement oppoſées, dont les bouts n'ont point de filets, & s'enfoncent d'une ligne dans une rainure circulaire pratiquée au collet *G*, ſur lequel il tourne.

Les tuyaux fendus *Q*, *Q*, qui ſont attachés à la circonférence du collet tournant, ſont de cuivre écroui, pour faire reſſort; & chacun d'eux eſt at-

taché par une queue *q*, qui y eſt ſoudée, & qui après avoir traverſé l'épaiſſeur du bois, eſt rivée ſur une petite piece de cuivre noyée pour ne point déſafleurer.

Les petits montants *S*, *S*, qui portent le miroir *V*, ſont des fils de laiton qui ont environ une ligne & demie de diametre ſur quatre pouces de longueur; on y ſoude une tête plate *T*, ſur laquelle on met encore une roſette tournée, pour recevoir la rivure du pivot *t*, & pour occaſionner un frottement ſemblable à celui de la tête d'un compas.

On peut couvrir la pyramide de telle étoffe que l'on veut, pourvû qu'elle ſoit propre à faire l'obſcurité en dedans; du drap vert doublé de taffetas noir, m'a toujours bien réuſſi; je le taille ſur un patron fait avec du gros papier, & je fais aſſembler les morceaux & leur doublure, par des coutures, qui ſe rencontrent ſur les montants, où je les fais clouer avec un petit galon de faux or & des petits clous dorés; le côté qui fait le devant de la pyramide, eſt garni d'un rideau de ras de caſtor noir, attaché aux

deux

deux montants, & à la piece de drap qui couvre le haut de ce même côté : comme le rideau eſt fait de deux lez, je ne les fais coudre enſemble, que jusqu'au milieu de leur longueur en deſcendant, afin qu'on puiſſe plus aiſément paſſer la tête deſſous : on peut encore couvrir d'une frange de faux or nommée *molette*, la couture qui joint le rideau à la piece de drap vert, & le tour du collet où les montants ſont aſſemblés.

Il faut faire paſſer la tête de cette chambre noire par les mains du verniſſeur, pour l'enjoliver, & les autres bois, ſçavoir ceux des montants & du chaſſis, pour être peints en noir.

Polémoſcope.

AU LIEU d'un ſimple tuyau de deux pouces de diametre, joint à la boîte qui porte le miroir incliné, on fera mieux de former avec quatre planches minces, une pyramide quarrée, dont le ſommet ſoit ouvert, pour y placer l'œil, & de peindre le dedans en noir.

XVII. LEÇON. IV. Sect. Art. II. *Pl. VI. Fig.* 8.

Curiosités, Perspectives, ou Optiques.

XVII. Leçon. IV. Sect. Art. II. *Pl. VII. Fig* 9 & 10.

TOUTES les fois que vous présenterez un tableau devant un miroir concave, pour voir son image entre le miroir & vous, n'oubliez pas, que cette image ne paroît droite & dans sa situation naturelle, que quand le tableau qu'on présente est renversé.

Il y a une faute à corriger, à l'occasion de cette machine, *Leçons de Physique, Tome V. page* 514 (*). Ce n'est pas le foyer du miroir qui doit être au point *F*, mais l'image de l'objet qui se forme en-deçà du foyer; il faut donc avoir soin de choisir un miroir, qui ait le foyer des rayons paralleles, plus près de lui que le point *F*.

SI vous exécutez la perspective en tour quarrée qui est représentée par la *Fig.* 10. citée en marge, faites en auparavant sur le papier, un projet comme il suit. Soit *DHIK*, *Fig.* 4. une coupe de cette tour suivant sa hauteur; *DH* le devant; *IK* le derriere; *Dd* le miroir incliné à quarante-cinq dégrés; *E* la place de l'œil. Tracez la ligne *Cc* qui passe par le centre du miroir; placez la pointe du compas en *L*,

(*) Ed. de Paris, pag. 539.

L, & faites le quart de cercle *E C*; ſi *A*, *B*, *F*, *G*, repréſentent les parties ſaillantes des objets ſur les faces intérieures de la tour, les lignes *m C*, *n C*, *o C*, *p C*, &c. réfléchies ſuivant les regles, vers *E* par le miroir, vous apprendront, 1°. comment la ſuite des objets placés dans la machine, ſuivant la direction *Cc*, eſt apperçue par l'œil dans la direction horizontale *E c*; 2°. que ce qui eſt compris dans les eſpaces *m A*, *n B*, *o F*, *p G*, ne ſera point vu; que par conſéquent tout ce qui doit faire repréſentation, il faut le placer, dans les eſpaces *m F*, *n G* & ſemblables. Et vous vous réglerez ſur cela, pour eſpacer les tableaux, & déterminer la largeur des parties ſaillantes.

Ces tableaux ſeront en tel nombre qu'il vous plaîra, ſuivant la hauteur que vous donnerez à la tour: s'il y en a cinq ou ſix à demi-pied de diſtance l'un de l'autre, ce ſera bien aſſez; les parties ſaillantes pourront être des pilaſtres & des portiques garnis de guirlandes, comme *R*, & les parties appliquées aux parois, des payſages ou autres décorations équivalentes; on

pourra même diſtribuer entre les pilaſtres, des perſonnages & des animaux en découpures, ou en relief.

Si l'on veut faire paroître la perſpective encore plus longue, on mettra à plat ſur la baſe de la tour, un miroir qui répétera les images des objets vus par derriere; mais pour cette raiſon, il faut que les découpures ſoient peintes des deux côtés.

Si l'on met en *E* un verre lenticulaire, il faut que la longueur de ſon foyer, égale à-peu-près la moitié de la hauteur de la tour, à compter du point *C*.

Téleſcopes & lunettes d'approche.

XVII. Leçon. IV. Sect. Art. II. *Pl. VII. Fig.* 11, 12 & 13.

Il n'y a qu'une perſonne longuement exercée à travailler des verres & des miroirs de métal, qui puiſſe entreprendre de conſtruire une lunette, un téleſcope de réflexion, ou un microſcope, en faiſant le tout: je conſeille aux autres de s'adreſſer à quelque bon Lunetier de profeſſion, pour ſe procurer ces inſtruments dans leur état de perfection, & reconnus pour tels par des épreuves; ou ſi l'on

ſe

ſe ſent aſſez d'induſtrie & d'adreſſe pour faire ſoi-même les montures, on pourra ſe contenter d'avoir recours aux ouvriers de ce genre pour les objectifs, les oculaires, les miroirs & les lentilles, qui ſont les parties eſſentielles & les plus difficiles à préparer : au reſte j'ai dit en général dans la premiere partie de cet ouvrage, comment on donne la figure & le poli au verre & au metal qui s'employent dans les inſtruments d'Optique.

Les tuyaux des grandes lunettes d'approche peuvent ſe faire avec du fer-blanc, d'une ſeule piece ou de pluſieurs qui s'emboîtent bout à bout, ou bien avec du copeau, comme je l'ai enſeigné ci-devant, *page* 210 & *ſuiv.* On fait les tuyaux de cette derniere façon, quand on veut rendre la lunette plus portative ; parce qu'on les fait rentrer les uns dans les autres : alors il faut les rendre bien unis en dehors, & les couvrir avec du velin (qui eſt ordinairement teint en vert), afin qu'ils coulent mieux les uns dans les autres.

L'oculaire d'une lunette à deux verres, s'ajuſte au bout d'un coulant,

qui peut s'avancer & ſe reculer, ſuivant que les objets qu'on veut voir ſont plus loin ou plus près ; & pour les lunettes qui en ont pluſieurs, on les fixe aux diſtances reſpectives qui leur conviennent, dans un même coulant, avec des diaphragmes entre deux, dont l'ouverture eſt moins large que le verre, pour empêcher les iris; on fait pour cela le tuyau de pluſieurs bouts avec des pieces de jonction tournées en buis ou en quelqu'autre bois dur, qui ſe viſſent les unes aux autres; la derniere piece qui eſt tournée du côté de l'œil, a ſon ouverture de deux à trois lignes, & un peu plus près du verre que ſon foyer.

Aux lunettes ordinaires dont l'objectif eſt d'un ſeul verre, on eſt obligé de le rétrécir par un anneau plat de carton qu'on met deſſous ou deſſus pour rendre l'image plus nette & mieux terminée: on n'eſt point obligé de prendre cette précaution aux nouvelles lunettes qu'on nomme *achromatiques*, & dont l'objectif eſt fait de deux ou trois verres de denſités différentes; cela donne le moyen d'employer des oculaires qui forcent davantage, d'où il arrive,

rive, qu'avec une moindre longueur ces inſtruments groſſiſſent bien plus que les autres.

ON ne fait preſque plus d'uſage du téleſcope Newtonien, on lui préfere celui de Grégori, parce qu'il eſt bien moins embarraſſant & plus facile à manier : il faut toujours faire le tuyau de métal, afin que les verres & les miroirs une fois bien placés, ne ſe dérangent point, comme il arriveroit, ſi on les montoit avec du bois, qui eſt toujours ſujet à ſe tourmenter.

Il faut tenir cet inſtrument dans un lieu ſec, & ne le laiſſer jamais ouvert, de crainte que les miroirs ne ſe terniſſent; quand cela arrive, on peut les ôter de leurs places, & les frotter légérement avec un morceau de mouſſeline ou de linge fin imbibé d'eſprit-de-vin, & les eſſuyer de ſuite avec un pareil linge bien ſec : mais cette réparation ne doit ſe faire que quand on s'apperçoit bien ſenſiblement que le miroir eſt terni.

S'il prend envie à quelqu'un de mes Lecteurs, de conſtruire des lunettes d'approche, ou des téleſcopes, il fera bien de conſulter le troiſieme Livre du

Cours

Cours d'Optique de Schmith; cet ouvrage n'eſt point difficile à trouver depuis les traductions qui en ont été faites & publiées, l'une par le P. Pezenas, ci-devant profeſſeur d'Hydrographie à Marſeille, & l'autre par M. le Roi, Profeſſeur actuel d'Hydrographie à Breſt: il pourra s'aider encore d'un Traité de la conſtruction des Téleſcopes, publié par M. Paſſement, qui enſeigne dans cet ouvrage ce qu'il pratique depuis long-tems avec ſuccès (*a*).

Microſcopes ſimples & composés.

XVII. Leçon. IV. Sect. Art. II. *Pl. IX. Fig.* 18, 19, & 20.

Les microſcopes ſimples, qu'on nomme auſſi *angiſcopes*, apparemment parce qu'on s'en ſert aſſez communément pour voir les anguilles ou petits ſerpents dans le vinaigre, & dans la colle de farine aigrie, n'ont qu'une ſeule lentille, qui eſt pour l'ordinaire d'un foyer fort court. Je n'aurois jamais fait, ſi je voulois rapporter ici toutes les inventions dont on a fait uſage

(*a*) L'ouvrage de M. Paſſement a été imprimé in-4o. à Paris en 1738, chez *Philippe Nicolas Lottin.*

ſage juſqu'à préſent pour préſenter ce verre à l'œil, & pour le mettre à portée des objets qu'il doit amplifier; je me contenterai d'en rapporter deux ou trois, qui m'ont paru les plus commodes & les plus ſimples.

AB, *Fig.* 5. eſt un cylindre creux d'yvoire, d'ébene, ou de métal, d'un pouce de longueur & de ſept à huit lignes de diametre, tourné en vis par dedans d'un bout à l'autre. En *B*, eſt une petite piece tournée qu'on nomme le porte-lentille, & qui ſe viſſe au cylindre: la partie qui reſte en dehors & à laquelle on applique l'œil, eſt un peu concave, avec un petit trou large d'une ligne au milieu; par l'autre côté, il y a une cavité cylindrique, au fond de laquelle eſt placée une lentille d'une ligne ou d'une ligne & demie de foyer, & par deſſus une petite feuille de métal percée au milieu d'un trou gros comme celui d'une épingle & bien ébarbé; le tout étant retenu avec un petit anneau à reſſort enfoncé dans la même cavité; il faut que cét anneau ſoit mince & que la cavité n'ait de profondeur qu'autant qu'il en faut pour le recevoir, lui & la lentille, ſur la cir-

circonférence de laquelle il eſt appliqué, & que le trou du porte-lentille du côté de l'œil ait auſſi très peu d'épaiſſeur.

D eſt un autre cylindre creux de la même matiere qne le précédent, tourné en vis extérieurement ſur toute ſa longueur, & ajuſté au premier cylindre dans lequel il doit entrer; le bout *d* a une feuillure, dans laquelle eſt collé un petit verre plan fort mince, ſur lequel on place l'objet qu'on veut voir; & pour cette raiſon cette derniere piece s'appelle *le porte-objet*.

Quand l'objet eſt une pouſſiere, il s'attache de lui-même au verre, & ne s'en ſépare point, dans quelque ſituation qu'on tienne l'inſtrument; une très-petite goutte de liqueur ne coule point non plus, quoique le verre du porte-objet ſoit tenu dans une ſituation verticale: on prend donc d'une main le corps du microſcope *A B*, pour le préſenter à l'œil, en ſe tournant du côté du jour, & avec l'autre main on fait avancer doucement l'objet du côté de la lentille, en faiſant tourner la piece *D*, juſqu'à ce que l'on apperçoive très-

très-diſtinctement ce que l'on cherche à voir.

Quand on craint que l'objet ne ſe ſépare du verre, au lieu de tenir le microſcope dans une ſituation horizontale, pour regarder vers le grand jour, on peut le tenir fort incliné vers un miroir placé en bas, & de maniere à réfléchir la lumiere en haut: une feuille de papier blanc, au lieu de miroir, ſuffiroit même, quand il fait un beau jour.

Au lieu de faire le porte-objet à vis, on aime mieux quelquefois le rendre coulant, en garniſſant l'intérieur du cylindre *AB*, avec une peau fine, ou avec quelque choſe d'équivalent; ce qu'on gagne à cela, c'eſt que l'objet avance dans une même ligne, ce qui n'arrive point avec le porte-objet à vis, qui le fait tourner, à moins que par hazard on ne l'ait placé juſtement au centre de la révolution du verre. Ce microſcope a l'avantage de pouvoir être porté dans la poche, étant renfermé dans un étui, ou dans un petit ſac de peau de chamois.

Un microſcope très-commun, & dont on amuſe aſſez ſouvent les enfants,

fants, c'eſt celui qu'on appelle microſcope *à puces* ; le porte-lentille eſt fait à-peu-près comme celui du microſcope que je viens de décrire, mais le verre dont il eſt garni a neuf à dix lignes de foyer, & quelquefois davantage, & on lui donne une ligne & demie ou deux lignes d'ouverture.

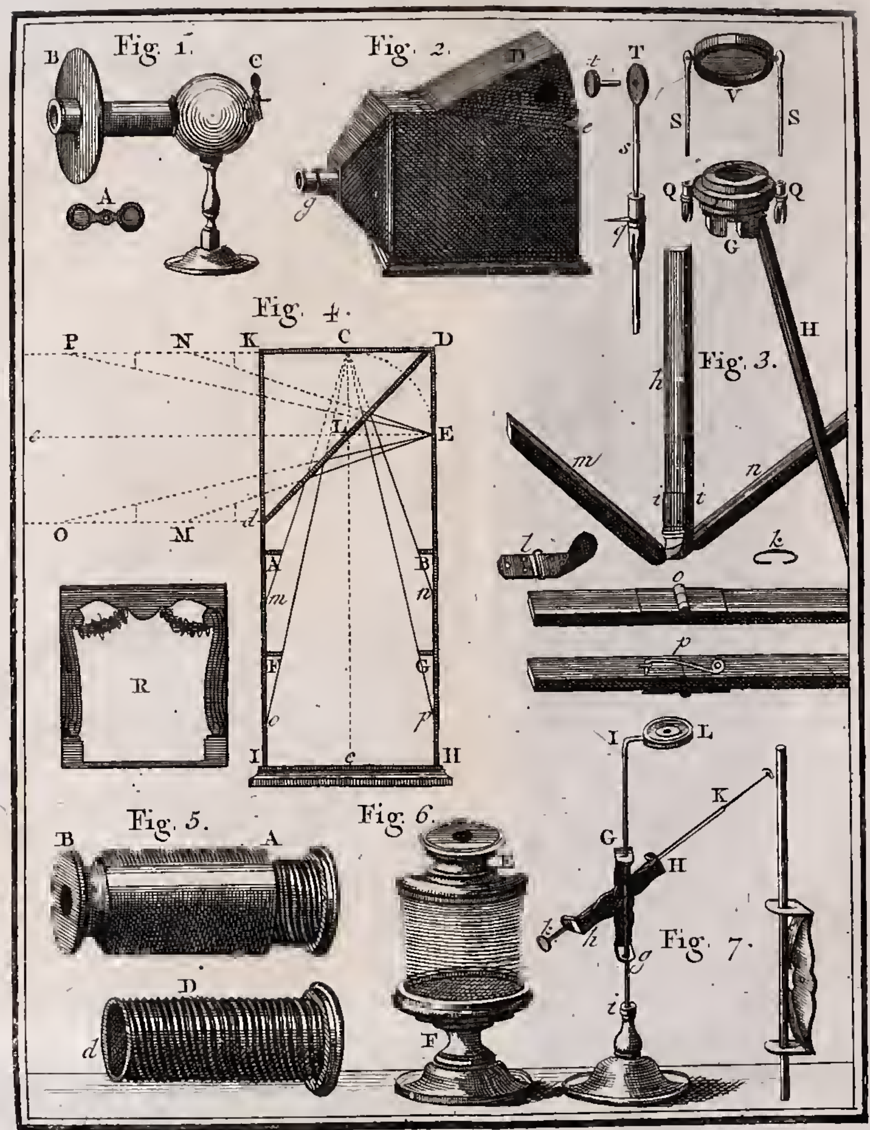
Ce porte-lentille, ſe joint par une vis à la piece tournée, *E*, *Fig.* 6. qui s'emboîte ſur un petit canon de cryſtal, d'un pouce de diametre, & qui y eſt attaché avec de la colle de poiſſon; l'autre bout du canon s'emboîte & s'arrête pareillement dans un pied *F*, qui a la forme d'un petit guéridon, & ſur lequel on place les objets qu'on veut voir : quand ils ſont bruns ou noirs, on les place ſur un petit cercle de papier blanc; & s'ils ſont d'une couleur oppoſée, on les met ſur un fond noir. Il faut, comme l'on voit, que le canon de verre ſoit de telle hauteur, que le foyer de la lentille atteigne aux objets qui ſont ſur ce fond.

Vous ferez encore un microſcope ſimple aſſez commode & avec peu de dépenſe de la maniere ſuivante.

Prenez deux lames de cuivre de trois

lignes




Fig. 1.
B
C
A
Fig. 2.
D
e
g
t
T
s
q
V
S
S
Q
Q
G
H
Fig. 3.
h
m
n
i
t
l
k
o
p
Fig. 4.
P
N
K
C
D
L
E
e
O
M
d
A
B
m
n
F
G
o
p
I
c
H
R
Fig. 5.
B
A
D
d
Fig. 6.
E
F
I
L
K
G
H
k
h
g
i
Fig. 7.

lignes de largeur ſur vingt lignes de longueur; pliez-les d'équerre par un bout & par l'autre, ſur une longueur de quatre lignes; adoſſez ces deux pieces l'une à l'autre, comme *Gg*, *Hh*, *Fig.* 7. & attachez-les enſemble par le milieu de leur longueur avec un clou rivé & une roſette tournée ſous chaque rivure, de maniere qu'elles tournent l'une contre l'autre avec frottement; faites paſſer deux gros fils de laiton ou de fer poli *Ii*, *Kk*, par les doubles équerres; & afin qu'ils gliſſent avec frottement ſuivant leur longueur, placez une lame à reſſort, comme *o*, qui prenne d'un angle à l'autre, & qui ſoit courbée pour preſſer par ſa convexité le fil de métal qui doit gliſſer dans la piece.

L'un des fils *Ii*, ſera monté ſur une patte de bois ou de métal tournée, & il ſera plié à angle droit par en-haut pour recevoir un porte-lentille *L*, ſemblable à ceux dont j'ai parlé ci-deſſus. L'autre fil aura par un bout un bouton *k* à pans ou godronné, afin qu'on puiſſe le manier plus aiſément, & l'autre bout *K* ſera foré de trois ou quatre lignes ſuivant ſa longueur,

pour

pour recevoir une aiguille ou la queue d'une petite pince, ou bien celle d'une petite dame, noire d'un côté & blanche de l'autre, pour porter des objets vivants ou autres.

Il eſt aiſé de comprendre, qu'au moyen des mouvements dont les doubles équerres & les fils de métal ſont ſuſceptibles, on peut porter l'objet devant la lentille, & en approcher celle-ci, en faiſant un peu tourner le fil qui la porte.

On doit compter au nombre des microſcopes ſimples, un inſtrument que tout obſervateur doit avoir dans ſa poche; ce ſont deux verres lenticulaires enchaſſés aux deux extrêmités d'une chape d'écaille ou de corne, comme on le peut voir par la *Fig.* 1. *Pl. XIV.* Le plus grand de ces deux verres peut avoir quinze lignes de diametre, & dix-huit lignes de foyer; & le plus petit, un demi-pouce de diametre, avec un foyer de quatre lignes. Cet inſtrument ſe trouve tout préparé chez preſque tous les Lunetiers des grandes villes; il faut le porter dans un étui garni de velours en dedans, afin que les verres ne ſe rayent point

point en frottant contre les parois.

Les Ciſeleurs en bijoux, les Graveurs, & généralement tous les Artiſtes qui ont affaire à de très-petits objets, ont ordinairement ſur leur établi, une loupe ou lentille de foyer court, comme d'un pouce ou même un peu moins: elle eſt montée dans un bout de tuyau évaſé de part & d'autre (*Fig.* 2.) & dont les bords excedent la convexité du verre, afin que le frottement ne le puiſſe point dépolir, comme cela arriveroit immanquablement s'il traînoit à nud ſur la table. Cette eſpece de lunette eſt tournée en bois dur ou en métal, elle s'ouvre à vis au milieu de ſa hauteur, & c'eſt entre ces deux parties viſſées l'une à l'autre que la lentille eſt arrêtée dans une feuillure.

XVII. LEÇON. IV. Sect. Art. II. *Pl. IX. Fig.* 20.

LE microſcope compoſé a ordinairement trois verres; celui qui eſt du côté de l'objet, & qu'on nomme pour cette raiſon la lentille *objective*, eſt convexe des deux côtés, & d'un foyer fort court. Celui qui eſt du côté de l'œil, & qu'on appelle *l'oculaire*, a plus de largeur, & le foyer moins court que le précédent. Celui du milieu, qui eſt le plus large, eſt lenticulaire ou plancon-

convexe, & ſon foyer eſt plus long que celui des deux autres. Ces trois verres ſont contenus dans un tuyau de bois ou de métal, monté ſur un ſupport à mouvements, au moyen duquel l'inſtrument peut s'approcher autant & auſſi peu qu'on le veut, de l'objet qu'il s'agit de voir.

J'aurois trop à faire, s'il me falloit dire ici tout ce qui a été imaginé juſqu'à préſent, tant pour le nombre & la combinaiſon des verres, que pour les différentes façons de monter & d'aſſortir les microſcopes. Je me contenterai d'en décrire un, que j'ai fait venir de Londres, il y a une vingtaine d'années, & que nos Lunetiers ont imité depuis; c'eſt celui qui m'a paru le plus commode, ſur-tout dans mes écoles.

Le corps du microſcope *A B*, *Pl. XIV. Fig.* 3. a près de ſept pouces de longueur: ſa groſſeur qui n'eſt pas la même par-tout, eſt déterminée par les différents diametres des trois verres; il eſt compoſé de quatre pieces principales *C*, *D*, *E*, *F*; car *a* & *b* qui s'aſſemblent par une vis, pourroient être d'une ſeule piece, & *f f* n'en font

font auſſi qu'une, qu'on nomme le *porte-lentille.*

L'oculaire, placé en *D*, a dix lignes de diametre & quinze lignes de foyer: il eſt retenu par un anneau plat *g*, qui entre à vis, & il eſt recouvert par la piece *C*, qui ſe viſſe pareillement ſur la partie qui le renferme. Cette piece C eſt concave en deſſus, avec une ouverture circulaire qui a quatre lignes de diametre & qui eſt à ſix lignes de diſtance au-deſſus du verre. Pour empêcher que la pouſſiere n'y entre, elle ſe ferme par une piece à couliſſe *c*, qui porte en deſſous un petit reſſort & en deſſus un bouton, par lequel on la fait avancer & reculer.

Le verre du milieu a quinze lignes de diametre, & deux pouces neuf lignes de foyer; il eſt placé en *d*, & retenu comme le précédent par un anneau plat qui entre à vis. La diſtance entre ces deux verres eſt de deux pouces & une ligne: les deux parties *e*, *b*, étant aſſemblées, la piece E entre à vis en *d*, ce qui donne la facilité de nettoyer le verre quand il eſt ſale. C'eſt au bas de cette derniere piece que ſe placent les porte-lentilles, qui

ſont tous compoſés de deux parties, l'une qui reçoit le petit verre dans une cavité appropriée à ſa grandeur & à ſa figure, n'ayant au milieu qu'un trou qui répond au centre de la lentille, & qui eſt d'autant plus petit que ce verre a le foyer plus court; l'autre partie eſt un opercule qui recouvre la lentille, & qui a auſſi un trou rond au milieu, mais un peu plus grand que celui de l'autre piece.

Les porte-lentilles, dans la partie qui contient le verre, doivent être très-minces; les trous de part & d'autre doivent être ébarbés proprement & fraiſés en dehors, afin que les rayons de lumiere ne ſoient point gênés dans leur paſſage: il y a ſix lentilles à changer, dont voici les foyers & les ouvertures pour chacune d'elles.

	Foyer.	*Ouverture.*
1ere	1 ligne	$\frac{1}{3}$ de ligne.
2	2	$\frac{1}{3}$
3	4	$\frac{1}{2}$
4	6	$\frac{3}{4}$
5	8	1 ligne.
6	12	1.

Voilà en quoi conſiſte le corps de l'inſtrument ; il eſt ordinairement de cuivre; on le pourroit faire de quelque bois dur propre à porter des filets de vis; mais il ſera toujours mieux en métal, qu'on pourra faire dorer enſuite ou vernir, afin qu'il conſerve ſa couleur, & qu'il ne produiſe point de mauvaiſe odeur : ſi l'on prend ce dernier parti, *G* & *b* pourront être deux viroles de laiton ; les autres pieces comme *C*, *D*, *d*, *e*, *F*, ſeront fondues ſur des modeles en bois, & on commencera par joindre à ſoudure forte *D* & *d* à la virole *G*, pour tourner enſuite le tout enſemble. Une choſe qu'il ne faut pas manquer de pratiquer, c'eſt de godronner les bords, ou la partie la plus ſaillante des pieces qui entrent à vis ; non-ſeulement cela fait un ornement dans l'ouvrage, mais les doigts y trouvent plus de priſe pour les faire tourner, ce qui permet de donner aux pieces plus de délicateſſe; ces godrons peuvent ſe faire à la lime, mais on en vient à bout plus facilement & avec plus de promptitude, par le moyen d'une roulette fraiſée qu'on

qu'on trouve toute faite chez les Marchands d'outils.

Voici maintenant de quelle maniere ce microſcope eſt monté, & quels ſont les inſtruments dont il eſt aſſorti. *HH*, eſt une baſe quarrée de deux pouces de hauteur & dont chaque côté a ſix pouces : elle eſt creuſe, avec un tiroir dans lequel ſont arrangés les porte-lentilles & les autres pieces d'aſſortiment : on peut la faire de poirier noirci en façon d'ébene, ou de quelque autre bois de couleur, aſſemblé proprement à queues perdues.

Sur cette baſe eſt attachée avec des vis une forte platine de métal chantournée, & dont la longueur ſuit la diagonale *HH*. Une boîte de laiton *IK*, haute de deux pouces neuf lignes, & qui a la forme d'un parallélipipede, eſt élevée d'à-plomb, & attachée, ainſi que la conſole qui lui ſert d'appui, ſur la platine, avec des vis dont les têtes ſont noyées en deſſous. Cette boîte embraſſe par leur partie d'en bas, deux regles de cuivre *L*, *M*, qui ont chacune deux lignes & demie d'épaiſſeur ſur ſept lignes de largeur. La premiere eſt fixée à la boîte par deux vis, & s'é-

s'éleve de ſept pouces au deſſus d'elle. La ſeconde gliſſe ſuivant ſa longueur & porte par en-haut une piece de cuivre *NO*, qui a deux bonnes lignes d'épaiſſeur, & qui ſert de portant au microſcope. Elle eſt percée convenablement pour laiſſer paſſer la regle *L* qui la traverſe, & vers *O* elle a un trou rond, garni d'une virole *o* en deſſous, pour recevoir la partie *e* du microſcope ; cette partie tournée un peu en dépouille, doit y être ajuſtée avec du ſable & de l'eau, comme la clef d'un robinet, afin que l'inſtrument une fois placé ne ſoit point ſujet à ſe mouvoir, ni d'un côté ni d'un autre. C'eſt encore pour empêcher ces mouvements irréguliers, qu'on a attaché avec deux vis ſous la piece *NO*, une eſpece de gouſſet *n*, qui gliſſe avec elle contre la regle *L*, dans toute ſa largeur.

Par cette conſtruction le microſcope peut monter & deſcendre parallélement à la regle *L*; une petite piece *x*, attachée en haut avec une vis, & qui déborde un peu l'épaiſſeur, empêche que la piece *NO*, ne puiſſe ſortir en montant trop haut. Ce mouvement ſuffit pour faire deſcendre le microſcope

promptement & à-peu-près au point où il doit être; mais pour le mettre precisément à celui où l'on voit l'objet bien distinctement, il faut un mouvement plus lent, & plus facile à mesurer. On se l'est procuré par le moyen d'une vis d'acier qui a son écrou en *P*, & par en-haut, une portée avec un tigeron qui traverse l'épaisseur de la piece *N*, & qui enfile un bouton large & godronné, dans lequel il ne peut pas tourner; de sorte qu'en menant cette vis d'un côté ou de l'autre par ce bouton, on feroit avancer ou reculer l'écrou *P*.

Mais cet écrou fait corps avec une bride *p*, qui embrasse les deux regles, & qui peut glisser dessus, quand on veut faire faire un grand mouvement au microscope. Dans l'autre cas, on arrête la bride *p*, sur la regle *L*, avec une vis dont la tête est saillante, un peu large, & godronnée tout autour: par ce moyen-là, dès qu'on fait tourner la vis *NP*, la regle *M*, qui porte le corps du microscope, monte ou descend en glissant doucement le long de l'autre regle, tandis que l'œil placé en

A

A, attend l'inſtant où il appercevra l'objet bien tranché.

On peut faire les deux regles *L*, *M*, de cuivre coulé; mais il faut les battre à froid avant de les limer, pour leur donner plus de ſolidité; il eſt eſſentiel qu'elles ſoient bien dreſſées ſur toutes les faces, & exactement calibrées d'un bout à l'autre; on fera bien d'uſer l'une ſur l'autre avec du ſable & de l'eau, & enſuite avec de la ponce broyée, les deux faces qui ſe touchent, afin qu'elles gliſſent plus facilement, & d'un mouvement égal. La piece *N O*, bien écrouïe auſſi, ſera jointe au bout de la regle *M*, par une forte rivure; la conſole *k* fondue ſur un modele, & proprement limée enſuite, ſera attachée au haut de la boite avec une vis à tête ronde, & par en-bas à la platine *I i*, par une autre vis plus forte, & dont la tête ſera noyée en deſſous.

Les objets ſe placent ſur une platine *B Q q* de laiton, ou de cuivre fondu, chantournée dans un quarré, dont chaque côté a un peu plus de trois pouces, & dont l'épaiſſeur doit avoir une bonne ligne & demie. Cette piece

eſt échancrée pour embraſſer les deux regles du portant, ſept à huit lignes au deſſus de la boîte *I K*; mais elle eſt attachée ſeulement à celle qui eſt fixe, par une forte équerre placée en desſous, & qui tient à l'une des deux par une bonne rivure, & à l'autre par deux vis.

Au milieu de cette platine eſt un trou rond de treize à quatorze lignes de diametre, garni en deſſous d'une virole mince de cinq à ſix lignes de hauteur, ſoudée à l'étain dans le trou de la platine, mais ſeulement à demie épaiſſeur, de ſorte que cela forme en deſſus une feuillure dans laquelle on peut mettre un verre arrondi, ou une dame, noire d'un côté & blanche de l'autre, pour placer différents objets; ceux qui ſont opačts devant être éclairés par deſſus, ceux qui ſont tranſparents demandant preſque toujours à l'être par deſſous.

Pour faire voir de ſuite un certain nombre d'objets tout préparés, il y a dans un étui ſept ou huit lames d'yvoire, qui ont chacune environ trois pouces de longueur ſur ſix lignes de largeur; elles ont cinq ou ſix trous ronds &

& à feuillures, garnis de verres minces ou de feuilles de talk, ſur leſquelles on a légérement collé des cheveux, des poils de différents animaux, des duvets de plume, des pouſſieres de papillon, celles des étamines des fleurs, de petites écailles de poiſſons, &c. & l'on fait paſſer ſucceſſivement toutes ces lames, & les objets dont elles ſont chargées, ſous la lentille objective du microſcope, par le moyen d'une petite machine dont on voit la figure à la lettre *R*, & qui ſe place au milieu de la platine *B Q*.

Cette machine eſt compoſée de trois platines rondes de vingt lignes de diametre ou environ, percées à jour circulairement au milieu comme la platine *B Q*; la premiere & la derniere ſont jointes enſemble & parallélement entr'elles, à trois lignes de diſtance l'une de l'autre, par quatre petits pieds rivés qui traverſent celle du milieu, en lui laiſſant la liberté de monter & de deſcendre entr'elles deux: mais un fil de métal tourné en ſpirale, & attaché par un bout à celle d'en bas, forme un reſſort qui la pouſſe vers celle d'en haut; c'eſt ſous celle-ci qu'on fait

gliſſer les lames d'yvoire, dont le bout eſt aminci ; & l'on en a retranché deux ſegments, afin de pouvoir poſer les doigts ſur les bords de la platine mobile pour l'abaiſſer; cette machine porte en deſſous un bout de virole, qu'on fait entrer dans le trou de la platine *B Q.*

Les trous à feuillure dans les lames d'yvoire, ſe font au tour en l'air, par le moyen d'un mandrin à couliſſe qu'on met au bout de l'arbre, pour centrer l'endroit qu'on veut percer ; on fait d'abord l'ouverture la plus large juſqu'aux deux tiers de l'épaiſſeur ; enſuite on retourne la piece, & avec la pointe du burin, on ouvre le trou en réſervant la feuillure. *Voyez* ce que j'ai dit ſur la maniere de percer ſur le tour des feuilles de corne ou d'écaille. *Tome I. pag.* 90.

On peut encore former ces trous à feuillure avec deux perces, taillées comme celles dont on ſe ſert pour les tonneaux à vin ; l'une des deux fera l'ouverture la plus large juſqu'aux deux tiers de l'épaiſſeur, l'autre plus étroite fera le trou à jour : on fera tourner ces outils, comme les forets avec un archet.

Si l'on garnit ces trous avec des verres, il faut les choisir bien minces, & bien blancs: si l'on se sert de feuilles de talk, on fera bien d'avoir un emporte-piece, pour les couper de mesure, très-promptement & avec facilité; on attachera les uns & les autres avec un peu de colle de poisson.

Pour porter un moucheron, une puce, ou tout autre insecte vivant sous le microscope, on se sert de l'instrument représenté par la *Fig. q*, & qui se place dans un trou rond à l'un des angles de la platine *BQ*. C'est un fil d'acier pointu par un bout comme une aiguille à coudre, & garni à l'autre bout d'une petite pince à ressort, qui se tient naturellement fermée, & qu'on fait ouvrir un peu en pinçant deux boutons qui désafleurent de part & d'autre: *Voyez* la *Fig.* désignée par la lettre *z*. Le fil d'acier glisse dans un canon fendu, sous lequel est un mouvement semblable à celui de la tête d'un compas, avec une assiette & un pivot qui traverse l'épaisseur de la platine. Par cette construction, la pince ou la pointe qui porte l'objet, peut tourner pour arri-

ver ſous le microſcope, s'incliner plus ou moins pour chercher le foyer de la lentille objective, reculer, & avancer, tourner ſur elle-même, pour préſenter ſucceſſivement toutes les parties de l'objet.

Au lieu de cette pince, on met quelquefois au même endroit, une piece qui eſt déſignée par la lettre *S*, pour faire voir la circulation du ſang dans la queue d'un teſtard; c'eſt une lame de laiton mince, un peu pliée en forme de gaufre, à l'un des bouts de laquelle il y a une ouverture à jour, & vers le milieu de la longueur, un ruban attaché au bord, pour envelopper & aſſujettir le corps de l'animal. On étend la queue ſur l'ouverture du bout, & on l'y retient, ſi l'on veut, par le moyen d'un fil qu'on fait paſſer avec une aiguille à coudre, par les trous qui ſont au bord.

Cette piece eſt garnie en deſſous d'une platine ronde *s*, qui a un pédicule dont la longueur égale l'épaiſſeur de la platine *B Q*, avec un bouton gros comme le pivot du porte-pince *q*. Cette partie eſt attachée par deux vis, dont on voit les têtes en *S*.

Le

Le porte-teſtard ſe place donc comme la pince, & tourne comme elle pour porter l'objet ſous le microſcope; mais comme il eſt néceſſaire qu'on puiſſe le faire avancer & reculer, il y a à la platine *B Q*, non-ſeulement un trou pour recevoir le bouton *s*, mais encore une rainure à jour de cinq à ſix lignes de longueur & tendant au centre, dans laquelle le petit pied qui eſt au-deſſus du bouton peut gliſſer; & pour avoir dans ce mouvement, un frottement doux qui empêche le balotage, on a attaché ſous la platine une petite lame à reſſort, très-mince, & ayant, comme elle, un trou rond & une rainure, de ſorte que le bouton *s* eſt toujours tiré en en-bas.

Les objets qui ſont opacts doivent être éclairés par-deſſus, & le plus ſouvent le grand jour ſuffit pour cela; il ne s'agit donc que de placer le microſcope vis-à-vis d'une fenêtre: mais dans certains cas, où l'on a beſoin d'une lumiere plus forte, on ſe la procure par le moyen d'un verre lenticulaire *T*, d'un pouce de diametre, & de deux pouces de foyer, garni d'un

cadre, & porté par un demi-cercle monté ſur une tige ronde.

Le cadre eſt tourné en cuivre; le verre y entre dans une feuillure un peu profonde, & il y eſt retenu par un anneau plat qui entre à vis. Le verre ainſi encadré tourne ſur deux pivots diamétralement oppoſés, qui ſont deux vis d'acier tenant au demi-cercle. Celui-ci eſt auſſi de métal; la tige ronde ſur laquelle il eſt monté gliſſe à frottement dans un canon fendu *t*, qui a par en-haut une portée & un collet terminé par quelques filets de vis: ce collet paſſe dans une rainure à jour, pratiquée à la platine *BQ*, & ſemblable à celle qui reçoit le porte-teſtard, & il eſt retenu en deſſus par un écrou *v*, un peu épais & godronné tout autour. Par ce moyen-là, le canon, avec la lentille qu'il porte, peut s'avancer vers le microſcope; & ce mouvement devient encore doux & égal, par un reſſort ſemblable à celui dont j'ai fait mention en parlant du porte-teſtard. La lumiere du jour ou celle d'une bougie élevée à une hauteur convenable, peut donc ſe raſſembler ſur l'objet & l'éclairer autant qu'on le veut.

Les objets qui nagent dans les liqueurs, ou qui sont assez minces pour être transparents, s'éclairent en dessous par le moyen d'un miroir concave *V*, qui fait partie d'une sphere de six pouces de diametre; ce miroir pourroit être de métal blanc, semblable à celui dont on fait les miroirs des télescopes; mais communément, c'est un morceau de glace mince à qui l'on fait prendre une courbure sphérique, & dont la surface convexe est mise au teint; il est monté dans un cadre de cuivre tourné, qui a un fond garni en dedans d'une couche de coton ou d'un morceau de flanelle, pour empêcher que le teint ne s'écorche, & il y est arrêté par un cercle plat qui entre à vis. Ce miroir ainsi encadré, est suspendu dans un demi-cercle comme le verre lenticulaire *T*; sa tige qui est très-courte, entre & tourne avec frottement dans un trou qui traverse l'épaisseur de la platine *Ii*, & celle d'une autre platine circulaire, qui la recouvre en cet endroit, & qui est attachée avec elle par trois vis sur le bois de la base *HH*.

Le miroir étant donc tourné devant le

le jour ou devant une chandelle allumée, & étant incliné convenablement, réfléchit la lumiere dans le trou *B*, & éclaire l'objet autant qu'il en eſt beſoin. Il arrive même aſſez ſouvent qu'il l'éclaire trop, & que les parties les plus délicates, noyées pour ainſi dire dans une lumiere trop vive, ne ſe font point aſſez ſentir à l'œil; on la modere alors, avec une eſpece de cône creux & tronqué *u*, qu'on fait entrer ſur la virole qui déborde en-deſſous le trou de la platine *BQ*; ou bien l'on incline le miroir de façon qu'il ne jette ſur l'objet qu'une partie de la lumiere qu'il a reçue.

Le cadre & le fond qui ſervent de monture au miroir, peuvent être coulés d'une ſeule piece, que l'on façonne enſuite au tour; le demi-cercle peut être auſſi fondu & tourné; mais alors il faut faire un cercle entier, un peu plus grand qu'il ne faut, & en prendre la moitié que l'on plie un peu pour faire joindre les deux bouts au cadre du miroir.

Dans certaines occaſions qui ſont rares, mais qui peuvent avoir lieu, on voudroit éclairer l'objet en même

temps

temps par-deſſous & par-deſſus : voici le moyen qu'on employe pour cela: *X x* eſt une virole mince, percée à jour en deux parties oppoſées, ſur presque toute ſa longueur; elle porte intérieurement en *x*, des filets de vis, pour recevoir un miroir concave *y*, de cuivre rouge argenté & bien bruni, avec un trou au milieu de quatre lignes de diametre; ce miroir a ſon foyer à quatre lignes de diſtance, c'eſt-à-dire, qu'il fait partie d'une ſphere, dont le rayon auroit huit lignes, & ſa plus grande largeur eſt de onze lignes; car il faut qu'il puiſſe paſſer avec la partie *B*, du microscope, par le trou & la virole du portant *NO*.

Il ſe place donc, comme je viens de le dire, ſur la partie *a b*, & on l'y fait avancer plus ou moins ſuivant la longueur du foyer de la lentille qu'on a miſe au bout du microscope. Il faut que l'objet ſoit en même temps au foyer du miroir, & à celui de la lentille dont on fait uſage; & comme il y en a ſix plus fortes les unes que les autres, on a marqué avec un chiffre & une ligne circulaire l'endroit où l'on doit pouſſer la virole *X*, pour cha-

chaque lentille. On tient ce petit miroir enfermé dans une boîte de métal ou d'yvoire, afin qu'il ne se ternisse point à l'air, & qu'il ne se raye point en frottant contre d'autres pieces.

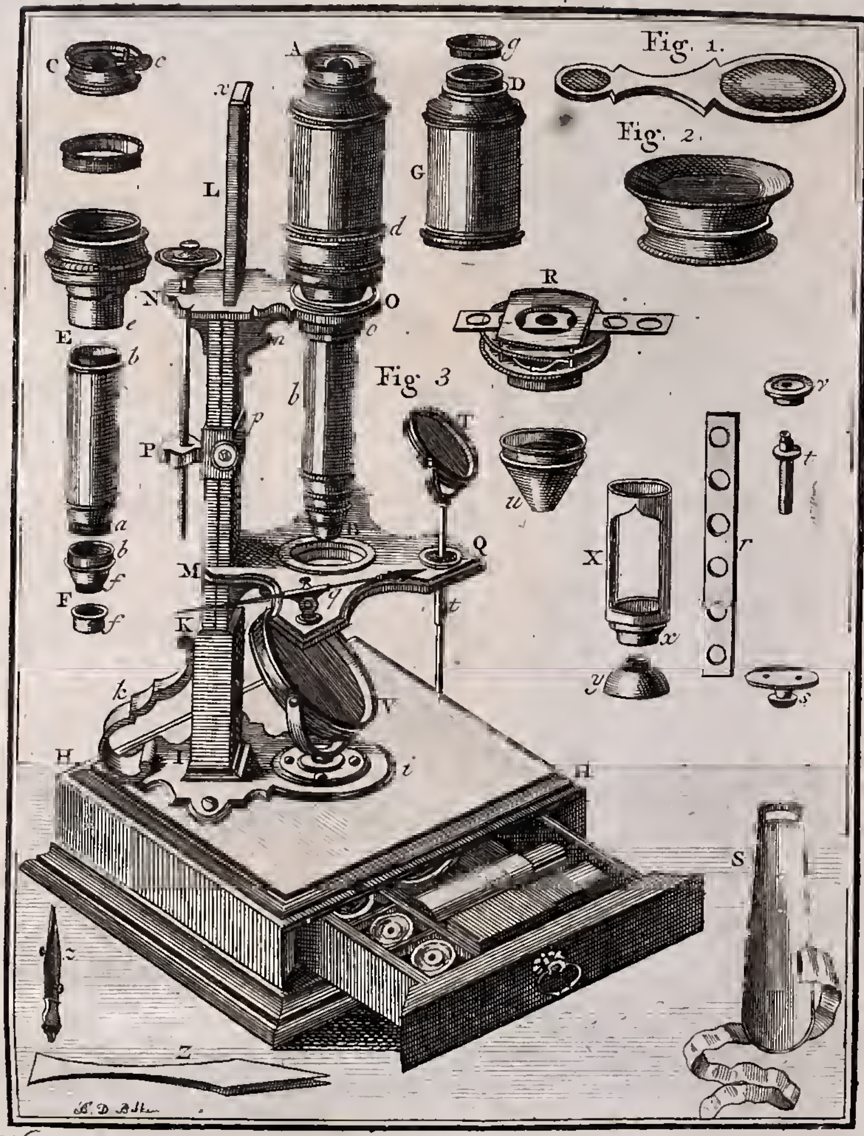
Le microscope étant armé de ce miroir, & l'objet étant fortement éclairé par celui de dessous, les rayons qui passent autour sont renvoyés dessus, & rejaillissent de-là vers l'œil par le corps de l'instrument.

On trouve encore dans le tiroir, une petite pince à ressort *Z*, qui sert à prendre les objets qu'on auroit peine à saisir avec les doigts, pour les placer sur les verres ou sur les autres porte-objets.

Le microscope tout monté, se renferme dans une boîte pyramidale quarrée, qui se ferme à clef; & comme toutes les pieces d'assortiment dont j'ai fait mention, ne peuvent pas tenir dans le tiroir de la base *HH*, on en a pratiqué un autre au bas de la boîte, qui se trouve renfermé sous la même clef.

Lanterne Magique.

LE corps de la lanterne peut être fait


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig 3
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
V
X
Z

fait indifféremment, de fer-blanc, de feuilles de laiton, ou de bois; mais il faut qu'un des côtés s'ouvre à charnieres, pour donner la liberté d'arranger le miroir & la lampe; il faut auſſi qu'il y ait au milieu du dôme une cheminée, pour donner paſſage à la fumée, de maniere pourtant, que la lumiere ne ſe répande point par-là dans la chambre; & comme il s'y amaſſe de la ſuie, il eſt bon qu'elle s'emboîte ſur une virole, & qu'on puiſſe l'enlever pour la nettoyer de temps en temps. Quant aux dimenſions de cette lanterne, c'eſt aſſez de lui donner quatorze ou quinze pouces de hauteur, autant de longueur, & dix à douze pouces de largeur: elle doit être placée ſur une table, ou ſur un guéridon ſolide, de deux pieds & demi ou trois pieds de hauteur, dans une chambre obſcure, vis-à-vis & à dix ou douze pieds de diſtance d'un mur qui ſoit blanc par lui-même, ou couvert d'une nappe bien tendue.

XVII. Leçon. IV. Sect. Art. II. *Pl. IX. Fig* 21, & *Pl. X. Fig.* 22.

Vous donnerez au miroir ſept à huit pouces de diametre & environ cinq pouces de foyer; vous ſouderez ſur le milieu de ſa convexité, un bout de

de tuyau, gros comme le doigt, & de quinze à dix-huit lignes de longueur, que vous ferez entrer à frottement dans une douille qui traverſera le derriere de la lanterne, au milieu de ſa largeur, & à telle hauteur que le centre du miroir ſe trouve dans la ligne *AB*. *Voyez la Fig.* 1. *Pl. XV.* qui repréſente la coupe de la lanterne ſuivant ſa hauteur.

Le meilleur miroir que vous puiſſiez employer, ſera celui que vous ferez couler en métal blanc, & travailler enſuite; ou qui ſera fait d'un morceau de glace arrondi, courbé au feu, & étamé ſur ſa convexité, comme ceux dont on ſe ſert pour les expériences de catoptrique: mais comme il ne s'agit ici que de plier, (réguliérement ou non) les rayons de lumiere qui vont vers le fond de la lanterne pour les ramener vers le devant, vous pourrez vous contenter d'un réverbere de cuivre embouti par un Ferblantier, ou par un Chaudronnier, que vous ferez argenter & brunir en-dedans; vous le pourrez faire même de fer-blanc plané proprement, ayant ſoin de le bien nettoyer; il faudra régler ſa concavité

té avec un calibre qui ſera une portion de cercle, dont le rayon auroit dix pouces.

La lampe *C*, aura trois ou quatre mêches de la groſſeur d'une plume à écrire, tout près les unes des autres, & rangées dans une ligne qui coupe *AB* à angles droits, à-peu-près au foyer du miroir. Le porte-mèches *D* ſera donc oblong, & placé dans une coupe de même forme, au bout d'un tuyau recourbé *E*, ſoudé à un réſervoir *F*, plus large qu'épais, & garni d'une douille en-deſſous pour recevoir la tige du pied qui doit le porter. On fait le réſervoir de la lampe étroit, ainſi que la patte du pied qui doit être garnie d'une ſemelle de plomb, afin qu'étant rangés l'un & l'autre, contre un des côtés de la lanterne, ils ne faſſent point d'obſtacle à la lumiere que le miroir envoye vers le tuyau où ſont les verres. Cette lampe ſe fait en fer-blanc, & l'on y brûle de l'huile d'olives commune.

La face antérieure de la lanterne eſt percée au milieu, d'un trou rond à feuillure, pour recevoir un verre lenticulaire, qu'on retient en mettant par-

des-

deſſus un anneau de métal faiſant reſſort. Ce verre doit avoir environ trois pouces de diametre, & être travaillé des deux côtés dans un baſſin faiſant partie d'une ſphere d'un pied.

Sur ce même côté de la lanterne, mais en dehors, eſt attaché un quarré de bois *G G*, dont chaque côté a ſix pouces; ſur le milieu des deux côtés montants, on en a ravalé l'épaiſſeur, de maniere que cela forme une couliſſe de trois pouces de hauteur, ſur cinq lignes de largeur. C'eſt par-là qu'on fait paſſer les bandes de verre où les figures ſont peintes.

Le quarré *G G*, à l'endroit de la couliſſe, eſt percé au milieu d'un trou rond à feuillure, dans lequel eſt collé le bout d'un tuyau *H*, qui a trois pouces de diametre, & cinq à ſix pouces de longueur; ce tuyau peut être fait de carton; il ſera plus ſolide, ſi vous le faites de copeaux à deux couches, comme je l'ai enſeigné *pag.* 209, & couvert de cuir de veau, ou de baſane, en façon de chagrin, ou ſeulement de parchemin.

Dans ce tuyau qui eſt fixe, il y en a un autre qui peut avancer & reculer,

ler, & qui renferme deux verres lenticulaires *I*, *K*, à trois pouces de diſtance l'un de l'autre, avec un diaphragme entr'eux, dont l'ouverture eſt de cinq quarts de pouces. Le premier de ces deux verres eſt travaillé dans un baſſin faiſant partie d'une ſphere de ſix pouces de rayon; le ſecond dans un baſſin de deux pieds de rayon.

Comme les ouvriers, en travaillant les verres, n'arrivent qu'à-peu-près aux foyers qu'on leur demande, vous ferez bien de rendre ces deux verres mobiles entr'eux, en mettant l'un des deux, celui du milieu *I*, par exemple, dans un bout de coulant, ainſi que le diaphragme, afin d'éprouver avant de les fixer, la diſtance reſpective qui leur convient le mieux. Le bout antérieur du tuyau qui porte ces deux verres, doit être orné d'un cadre ou lunette que vous tournerez, & dont vous tiendrez l'ouverture auſſi grande qu'elle puiſſe être.

Les bandes de verre qui portent les objets, comme *T*, *V*, ſont plus parfaites & plus ſolides quand elles ſont peintes avec des émaux tranſparents, & recuites après; mais il eſt aſſez rare

de

de trouver des ouvriers qui ſachent faire ces ſortes d'ouvrages. Pour l'ordinaire on ſe contente de deſſiner ces figures groteſques avec des couleurs les moins opaques, détrempées avec quelque vernis; celui qui eſt fait avec la ſandaraque & un peu de gomme élémi, peut s'employer avec ſuccès; un vernis gras bien blanc, ſeroit encore meilleur. Voyez ce que j'ai enſeigné touchant les Vernis, *Tome I. 2e. Partie, Chapitre III.*

Pour peindre les bandes de verre, ayez un deſſein original tracé ſur du papier, attachez deſſus avec quelques boulettes de cire molle, une bande de verre de Bohême, bien droite; ſuivez le trait avec un petit pinceau & du noir de fumée détrempé au vernis; quand cela ſera ſec, vous enluminerez vos figures, avec les couleurs les plus tranchantes, mais les plus tranſparentes que vous pourrez employer, en les ombrant enſuite avec du noir, mais légérement.

Si vous êtes curieux de préparer les figures à mouvements, dont j'ai fait mention, *Leçons de Phyſique, Tome V. pag.*

pag. 546. (*) vous vous y prendrez de la maniere ſuivante.

Ayez des bandes de bois bien dreſſées, de neuf à dix pouces de longueur & de trois pouces de largeur, ſur quatre lignes d'épaiſſeur, comme *L l.* Mettez-les ſur le tour en l'air pour y faire un trou rond de deux pouces & demi de diametre, avec une feuillure de trois lignes de profondeur: creuſez encore une couliſſe comme *l m*, de la même profondeur que la feuillure du trou circulaire; & que cette couliſſe ait auſſi par en-haut une petite feuillure taillée en queue d'aronde, afin qu'on puiſſe la recouvrir avec une lame de bois mince qui gliſſe dedans d'un bout à l'autre.

Votre bois étant ainſi préparé, attachez avec un peu de colle de poiſſon au fond du trou circulaire, un verre arrondi, qui porte une figure peinte, à laquelle il manque une partie, qui puiſſe ſe mouvoir ſur un point pris au centre du verre: vous deſſinerez cette partie mobile ſur un autre verre *N*, obſervant de placer au centre le point ſur lequel elle doit tourner; collez ce der-

(*) Ed. de Paris page 572.

dernier verre dans un petit cercle de cuivre plat & à feuillure ; joignez-y une lame de laiton *n*, attachée avec un petit clou rivé, de maniere qu'elle puisse tourner aisément dessus ; placez ensuite ce dernier verre sur l'autre, & la lame *n* dans sa coulisse, que vous recouvrirez avec une lame de bois, & mettez trois petites pointes dans la circonférence du trou circulaire, pour empêcher le second verre de sortir ; alors en poussant & en tirant la lame *n*, la partie mobile de la figure peinte, tournera avec le verre sur lequel elle est placée ; par ce moyen-là, un homme ôtera son chapeau & le remettra ; une figure grotesque branlera la mâchoire ; un forgeron frappera sur une enclume, &c.

Si vous voulez exécuter un mouvement de rotation, représenter, par exemple, celui d'un moulin à vent ; vous placerez dans le fond du trou circulaire, un verre sur lequel vous aurez peint le corps du moulin, ayant attention, que l'endroit où doit être l'arbre tournant se trouve au centre ; & l'autre verre que vous mettrez par-dessus portera les quatre aîles. Mais il faudra que le cercle de cuivre dans le-

quel il ſera collé, ſoit creuſé en forme de poulie ſur la circonférence extérieure : vous creuſerez au bout de la planche, la place d'une poulie de bois garnie d'un axe auquel ſe joigne une manivelle; & de plus, celle d'une corde ſans fin croiſée, qui communique de la poulie *q* au cercle de cuivre *p*: vous recouvrirez cette partie de la planche jusqu'au bord du trou circulaire, avec une piece de bois mince, qui entre dans une feuillure; & vous viſſerez la manivelle au bout de l'axe de la poulie: il eſt aiſé de voir que, par ce moyen, vous ferez paroître le moulin en mouvement ; & vous rendrez ce mouvement très-aiſé, ſi vous faites porter le cercle *p* contre trois rouleaux, comme *a*, *a*, *a*. Vous aurez les mouvements de haut en bas ou de bas en-haut, ſi vous faites gliſſer le verre mobile, dans une couliſſe par le moyen d'un levier *R*, qui tourne ſur un point pris dans ſa longueur comme *s*, & qui ſoit contretenu par un reſſort; l'un & l'autre, cachés dans l'épaiſſeur du bois, comme aux bandes précédentes. La figure d'une femme, par exemple, paroîtra faire la révérence, ſi le verre

mobile porte tout le corps, & le verre fixe, les pieds & une partie des jambes.

Enfin le mouvement de droite à gauche ou de gauche à droite, s'exécutera encore par une petite lame de métal, attachée au verre mobile, & cachée comme les autres dans une couliſſe : on peindra, par exemple, ſur le verre fixe, une corde tendue, avec quelques têtes au-deſſous & aux deux bouts, pour faire naître l'idée d'un ſpectacle, & le verre mobile repréſentera un danſeur ſur la corde, qu'on fera aller d'un bout à l'autre; ou bien, on repréſentera par le même artifice, un vaiſſeau faiſant route ſur une mer, dont les flots ſeront deſſinés ſur le verre de deſſous, &c.

En voilà aſſez pour mettre ſur la voie l'amateur induſtrieux, à qui une imagination féconde fournira quantité d'autres ſujets. Mais je dois l'avertir de rendre tous ces mouvements faciles, en obſervant de ne point gêner les pieces dans les places qui les contiennent; & ſi les peintures ſont faites au vernis, ou détrempées avec quelque autre drogue, qui les rende ſujet-

tes

tes à s'écorcher par le frottement, il fera bien de coller ſur les bords du verre mobile, une bande de papier un peu épaiſſe, pour empêcher que le reſte de ſa ſurface ne touche celle du verre fixe.

En parlant de la lanterne magique ordinaire, j'ai fait mention de celle qu'on éclaire avec les rayons du ſoleil; c'eſt celle qui coûte le moins & qui produit les plus beaux effets; mais on eſt aſſujetti au temps, & à l'heure: on pourra ſe la procurer avec les mêmes tuyaux & les mêmes verres dont j'ai parlé ci-deſſus, en attachant avec des vis la piece à couliſſe *G G*, ſur un morceau de planche arrondi au tour, avec une feuillure au bord, ayant au milieu un trou circulaire de trois pouces & demi de diametre, & garni d'un papier huilé. Cette piece tournera dans un paneau qui ſervira de volet à la fenêtre, ou qui en fera partie, & portera en dehors le miroir qui doit renvoyer les rayons ſolaires dans le tuyau où ſont les verres; voyez ci-après la deſcription du microſcope ſolaire, pour apprendre comment la piece tournante eſt arrêtée au volet, &

 de

de quelle maniere on fait mouvoir par dedans la chambre, le miroir qui eſt en dehors.

Le Microſcope ſolaire.

XVII. LEÇON. IV. Sect. Art. II. *Pl. X. Fig.* 23. & 24.

LA planche quarrée *AB*, *Pl.* XV. *Fig.* 2, qui s'attache au volet de la fenêtre, ou qui en fait partie, doit être de noyer bien ſec ou de quelque autre bois doux peu ſujet à ſe déjetter; & pour plus de ſûreté, on peut y mettre deux emboîtures; elle doit avoir au moins ſix lignes d'épaiſſeur; chaque côté aura ſept pouces & demi de longueur, & les bords ſeront ornés d'un quart de rond: le trou du milieu aura quatre pouces de diametre, & ſera percé ſur le tour, afin qu'il ſoit bien rond, & bien uni dans toute ſa circonférence. Cette planche s'attachera par les quatre coins avec des vis à oreilles; ou bien elle entrera dans une feuillure, & ſera arrêtée avec deux tourniquets, comme on voit en *A*, *B*, qui repréſentent la face du côté de la chambre.

Vous ferez entrer dans cette planche, une autre piece de bois *C D*, tour-

tournée à feuillure, & de telle épaisseur qu'elle affleure la face qui répond au dehors de la chambre, & vous l'y retiendrez par deux lames de cuivre *cc*, *dd*, faisant ressort, que vous attacherez avec des vis. Le mouvement de la piece ronde sera doux & uniforme, si vous frottez un peu la circonférence avec du savon, & si vous courbez les deux ressorts, afin qu'ils ne frottent que par leurs extrêmités.

Vous percerez la piece tournante *C D* au milieu, pour recevoir un tuyau cylindrique *EF*, de deux pouces de diametre & long de huit pouces, que vous y collerez avec un anneau tourné *e*, qui s'appliquera contre la face du côté du tuyau, & sur l'autre face vous en collerez un autre *f*, qui aura une petite feuillure pour recevoir un verre lenticulaire de vingt-deux lignes de diametre, & de neuf pouces de foyer; ce verre sera recouvert par une lunette *g*, dont l'ouverture égalera, à deux lignes près, la largeur du verre, & entrera à vis sur la piece collée *f*.

Vous ferez dans la piece *CD*, deux trous quarrés *hh*, pour recevoir les tenons de deux tiges plates, de mé-

tal, comme *H*, terminées en vis, & que vous retiendrez par l'autre côté avec des écrous à oreilles, ou quarrés; la tige *H* & sa pareille, auront en *I* chacune une vis, dont le bout limé & arrondi en forme de pivot excédera l'autre face d'environ deux lignes, pour entrer dans le cadre d'un miroir *K L*, de huit pouces de longueur sur deux pouces un quart de largeur.

Pour monter le miroir, (qui sera de glace mise au teint) vous prendrez une planche de neuf pouces de longueur, sur trois pouces & quelques lignes de largeur, & de quatre bonnes lignes d'épaisseur; vous rapporterez sur les bords des baguettes moulées & coupées en onglets, qui auront une feuillure en dessous pour recevoir le morceau de glace comme dans une coulisse, & celle de l'un des deux petits côtés, au lieu d'être collée comme les autres, se placera après coup, avec deux petits clous d'épingle.

Vous suspendrez le miroir au tiers de sa longueur, & vous réglerez sur ce pied-là celle des tiges *H H*; car c'est assez qu'elles lui laissent la liberté de s'in-

s'incliner, depuis la verticale jusqu'au plan de l'horiſon ; à moins qu'il ne faille aller chercher les rayons ſolaires au-delà de quelque obſtacle, comme il arrive lorsque l'embraſure de la fenêtre eſt fort épaiſſe, & que le ſoleil n'y donne pas directement.

Vous joindrez au bas du cadre du miroir une lame de cuivre mince tournée en *S*, avec un mouvement ſemblable à celui de la tête d'un compas, mais très-libre ; cette lame gliſſera dans une fente formée d'un trait de ſcie au bas de la piece *CD*, & ſervira à faire prendre au miroir, l'inclinaiſon qu'on voudra lui donner.

Vous pouvez donner encore le mouvement d'inclinaiſon au miroir d'une maniere plus ſûre & plus commode, mais un peu plus difficile à exécuter : fixez ſur un des grands côtés une petite roue dentée, comme *l*, faites-la engréner avec une vis ſans fin qui tournera dans une bride attachée ſur le même côté du miroir, & dont la tige paſſera au travers de la piece *CD*, afin qu'on puiſſe la faire tourner commodément ; cette partie de la tige *m*, qui répondra à la chambre, doit être

limée quarrément pour recevoir une rosette godronnée *n*, & terminée par une vis sur laquelle on fait entrer un bouton tourné, qui serre le tout.

Comme le miroir peut tourner avec le bois qui porte le tuyau cylindrique, on comprend aisément qu'en prenant celui-ci d'une main, & le bout de l'*S* plate, ou la vis sans fin avec l'autre, on peut faire tourner & incliner le miroir à volonté, pour conduire les rayons solaires dans le corps de l'instrument, & les y entretenir. C'est la premiere chose qu'il faut faire, en observant que le cône de lumiere que produit le verre lenticulaire, ait sa pointe précisément dans l'axe prolongé du tuyau, & à neuf ou dix lignes de distance en avant.

C'est à cette pointe de lumiere, & en même temps au foyer de la lentille qu'il faut placer l'objet dont l'image doit être amplifiée. Pour cet effet, vous préparerez un tuyau *N*, de trois ou quatre pouces de longueur, qui glisse d'un mouvement doux & aisé dans celui qui est marqué *E F*; vous y collerez une platine de quelque bois dur, qui ait une rainure circulaire

pour

pour le recevoir, & au centre un trou rond de quatre à cinq lignes de diametre, avec une queue chantournée à-peu-près comme on le voit en *O*. Vous mettrez la piece sur le tour en l'air, pour faire le trou & la rainure, & depuis celle-ci jusqu'au trou, vous formerez une pente pour diminuer l'épaisseur du bois ; la queue de cette piece, par l'autre face, sera d'une ligne & demie plus élevée que la partie circulaire ; & vous la couvrirez d'une lame de laiton battue à froid pour faire ressort, & qui avance jusqu'auprès du trou qui est au centre. Cette partie avancée sera une espece de pince, sous laquelle on engagera les porte-objets, comme on le voit en *P*.

Pour attacher la lame de laiton sur la queue de la platine *p*, vous percerez dans l'une & dans l'autre deux trous dont les centres soient à six lignes de distance l'un de l'autre, pour recevoir deux canons, qui auront une portée en dessous, & qui seront rivés en dessus ; il faudra qu'ils soient fendus dans la partie d'en-bas, pour faire ressort.

Q est une piece de cuivre plate & chan-

chantournée, qui doit avoir un peu plus d'une ligne d'épaiſſeur; vous la mettrez ſur le tour en l'air, & dans la partie la plus large qui eſt circulaire, vous ferez un trou rond de quatre à cinq lignes de diametre, dans lequel vous formerez des filets de vis, pour recevoir le porte-lentille *R*, & à l'autre bout vous attacherez à vis ou par rivures, un bouton plat *s*, qui s'éleve de trois ou quatre lignes; ſous cette même partie, vous attacherez encore parallélement entr'eux, deux tiges rondes d'acier bien cylindriques, dont chacune ait une ligne & demie de diametre & environ deux pouces & demi de longueur: ces deux tiges doivent être ſi bien ajuſtées dans les deux canons à reſſort de la piece *P* ou *p*, qu'elles y gliſſent d'un bout à l'autre par un mouvement fort doux & fort égal; car c'eſt par ce mouvement, & en appuyant avec le bout du doigt ſur le bouton plat *s*, qu'on fait avancer la lentille vers l'objet, jusqu'à ce que celui-ci ſe trouve juſte au foyer.

Vous ferez le porte-lentille *R* fort court & très-évaſé, & vous placerez le petit verre le plus près du bout que vous

vous pourrez, & par-dessus un petit opercule de cuivre ou de plomb très-mince, avec un trou rond au milieu, de la grosseur d'une épingle, & bien ébarbé. Il est à propos que vous ayez au moins deux lentilles ainsi montées, soit en métal, soit en bois dur, l'une de deux lignes, & l'autre de trois lignes de foyer. Voyez la *fig.* *K L Y*, qui représente toutes les pieces du microscope assemblées.

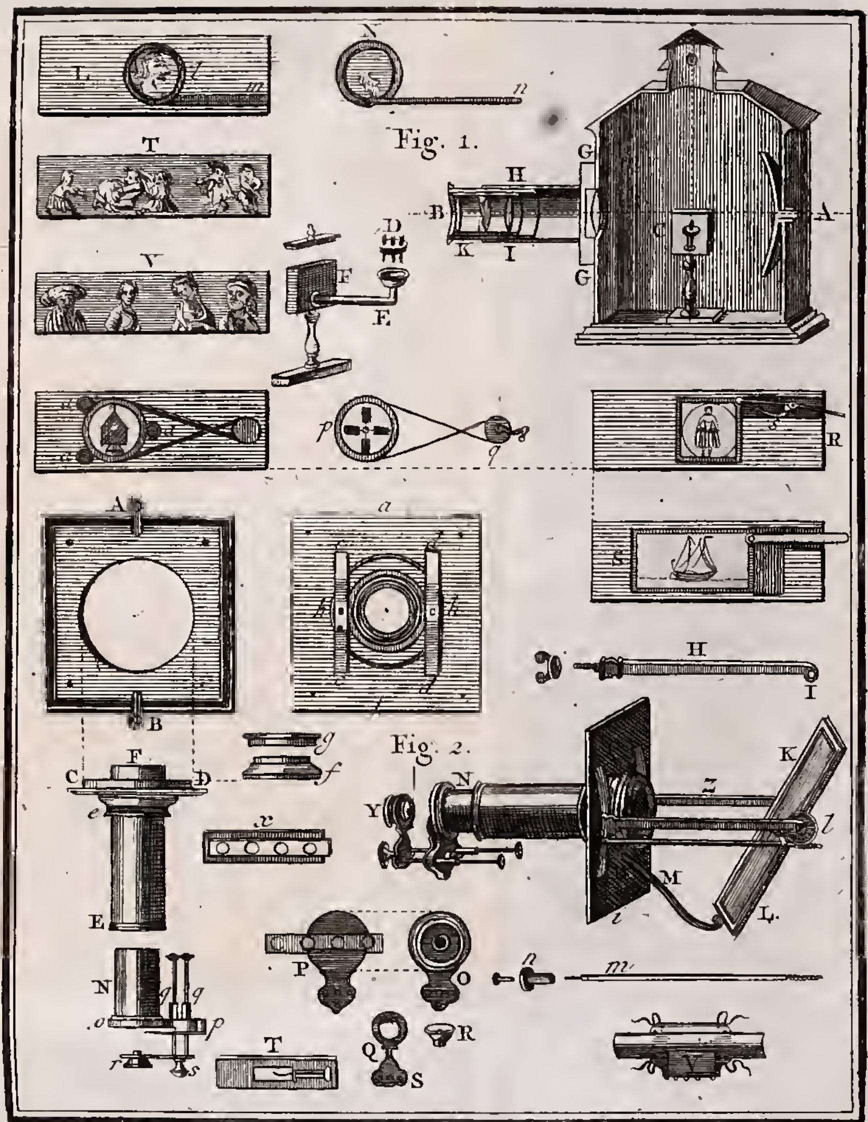
Les porte-objets se feront avec des lames de buis longues de trois pouces, larges de quinze lignes, & taillées en couteaux pour entrer sous la pince, comme on le voit en *P*. Vous les mettrez sur le tour, pour y faire des trous ronds & à feuillure, de quatre à cinq lignes de diametre, dans lesquels vous attacherez avec de la colle de poisson des verres blancs, arrondis & fort minces; ou bien vous couvrirez tous les trous avec une seule bande de verre que vous ferez entrer à coulisse, comme on le voit en *x*.

Pour placer au microscope un petit insecte vivant, vous pourrez faire une fenêtre en forme de quarré long dans une de vos lames de buis, & y faire

paſſer une petite pince qui ait un anneau coulant pour la tenir ſerrée, comme on voit en *T*.

Enfin, pour faire voir la circulation du ſang dans le méſentere d'une grenouille, vous préparerez une planchette un peu plus longue & plus large que les précédentes, vous y ferez un à-jour, comme *V*, que vous garnirez d'un verre blanc & mince, avec des petits crochets ſur les bords, & des trous pour paſſer des cordons ou des rubans fort étroits aux endroits qui répondent aux quatre membres de l'animal; & par derriere vous attacherez avec des clous rivés, une lame taillée en couteau, pour s'engager ſous la pince de la platine *P*.

L'animal étant attaché ſur la planchette, le ventre en-haut, vous lui ouvrirez le côté droit par une inciſion longue de ſept à huit lignes, & vous tirerez doucement les inteſtins, que vous retiendrez avec les crochets; alors vous aurez les vaiſſeaux du méſentere étendus ſur le verre, & vous appliquerez cette préparation au microſcope, en faiſant avancer la lentille, juſqu'à ce que l'objet s'apperçoive nettement. Vous employerez pour cette opération la plus foible de vos deux lentilles.


Fig. 1.
Fig. 2.
L
l
m
N
n
T
V
G
H
B
A
K
I
D
F
E
p
q
R
S
a
b
c
d
H
I
C
D
B
F
e
E
g
f
x
Y
N
Z
K
l
M
L
P
O
n
m
N
q
q
o
p
r
s
T
Q
R
S
V

AVIS

Concernant la DIX-HUITIEME LEÇON.

Premiere opération du Planétaire.

LA grande platine de métal ſous laquelle eſt attaché le rouage, étant un peu plus large que le cercle plat qui eſt au bord ſupérieur du tambour, il faut la faire entrer par-deſſous ; c'eſt pourquoi le pourtour de ce tambour doit ſe ſéparer de ſa baſe, & c'eſt par cette derniere piece que vous commencerez la conſtruction du planétaire.

XVIII. LEÇON. I. Sect. *Pl. I. & II.*

Que le Menuiſier corroye du bois de chêne bien ſec, & qu'il forme de deux pieces croiſées *A A*, *A A*, *Pl. XVI. Fig.* 1. entaillées à demi-épaiſſeur, & de quatre chanteaux *B*, *B*, *B*, *B*, un parquet à jour & rond, de vingt-cinq pouces de diametre & de huit lignes d'épaiſſeur; qu'il en faſſe un polygone de douze côtés égaux, & qu'il y faſſe un rebord de neuf lignes de hauteur avec autant de taſſeaux bien

bien collés & bien joints, qu'il profilera en dehors comme *D*. Qu'il perce de plus au milieu de la croix un trou, comme *c*, de deux pouces & demi de diametre: & qu'il colle ſous chaque angle, un pied figuré comme *M*, qui ait trois pouces de hauteur ſur quatre de largeur par en-haut, & qu'il ait ſoin que le fil du bois ſuive cette derniere dimenſion.

Après cela il préparera avec du bois d'aulne, de noyer, ou de tilleul, un cercle plat dont la moitié eſt repréſentée par les lettres *eFg*; ce cercle doit avoir en dehors la même grandeur & la même figure que le parquet dont je viens de parler; & ſa circonférence intérieure, qui eſt circulaire, peut avoir un peu moins que vingt & un pouces, afin de recouvrir un peu le bord de la grande platine de métal.

Pour conſtruire ce cercle, le Menuiſier coupera ſur un calibre, ſix pieces comme *fEe*, de trois lignes & demie d'épaiſſeur; il les refendra par chaque bout d'un trait de ſcie, & collera à l'un des deux une languette de bois priſe ſuivant le fil. Enſuite il fera ſur une table bien droite, un trait

de

de compas égal à la circonférence intérieure du cercle que doit former ſon aſſemblage ; il le diviſera en douze parties bien égales, par autant de rayons tendant au centre; il les garnira de petits clous d'épingles comme *h*, *h*, *h*, &c. il appuyera chacune des pieces contre ces clous, & la retiendra par deux autres clous qu'il attachera en dehors, il collera la languette de la piece ſuivante, dans le trait de ſcie qui eſt reſté vuide à la précédente, &c. ayant bien ſoin que chaque jonction réponde exactement à l'un des douze rayons tracés ſur la table.

Le corps de la caiſſe ou tambour ſe fera de douze morceaux, dont chacun aura trois pouces quatre lignes de largeur & environ ſix lignes d'épaiſſeur; & il ſera coupé d'onglet par les deux bouts ſuivant la pente indiquée par les rayons tendant au centre *C*. La longueur eſt donnée par la diſtance d'un rayon à l'autre, priſe auprès du bord du polygone *A*,*B* *A*,*B*.&c. ſur quoi il faut obſerver qu'au pourtour de la caiſſe par en-bas, il y a une feuillure de huit à neuf lignes de hauteur, ce qui fait que chaque piece avan-

avance plus près du bord, comme on le peut voir par le profil en *D*.

Pour coller ces douze pieces les unes aux autres, & donner à cet assemblage toute la solidité nécessaire, vous pourrez vous y prendre de la maniere suivante. Entaillez le bord supérieur de chaque piece par les deux bouts, pour loger une languette de bois, d'une ligne d'épaisseur sur dix-huit ou vingt lignes de longueur, & ayez-en un nombre suffisant. Mettez la premiere piece *H* en place, & la retenez par deux clous d'épingle attachés légérement dans le parquet: mettez de la colle aux deux faces qui doivent se joindre, placez & retenez la piece suivante *I*, comme la premiere, faites approcher les parties, en les pressant fortement l'une contre l'autre, remplissez les deux entailles du haut avec une languette de bois collée, & arrêtée avec deux petits clous d'épingles, comme *K*, & procédez de même pour les autres pieces. Le lendemain vous collerez encore dans les douze angles autant de prismes triangulaires comme *L*, dont la face antérieure ait environ deux pouces de lar-

argeur, & la caiſſe ſera ſolide.

Elle le ſera encore davantage quand vous aurez collé deſſus, le cercle plat *E F G*. Pour cet effet, vous raſerez l'excédent des languettes *K* & ſemblables, vous dreſſerez le bord ſupérieur de la caiſſe tout autour, & vous le préſenterez ſur le cercle pour voir s'il le touche de partout; cela étant fait, vous tracerez ſur le cercle avec un crayon, le pourtour extérieur de la caiſſe, de maniere que l'un & l'autre ayent le même centre; vous attacherez légérement quelques petits clous d'épingles ſur ces lignes, & vous ferez un repaire, afin de trouver tout d'un coup la place où doit être poſée la caiſſe, dès que vous aurez mis de la colle ſur ſes bords; & afin que la colle prenne mieux, vous placerez ſur la caiſſe une planche en travers, & vous la chargerez d'un gros poids, ayant ſoin de chauffer les deux pieces avant d'y mettre la colle.

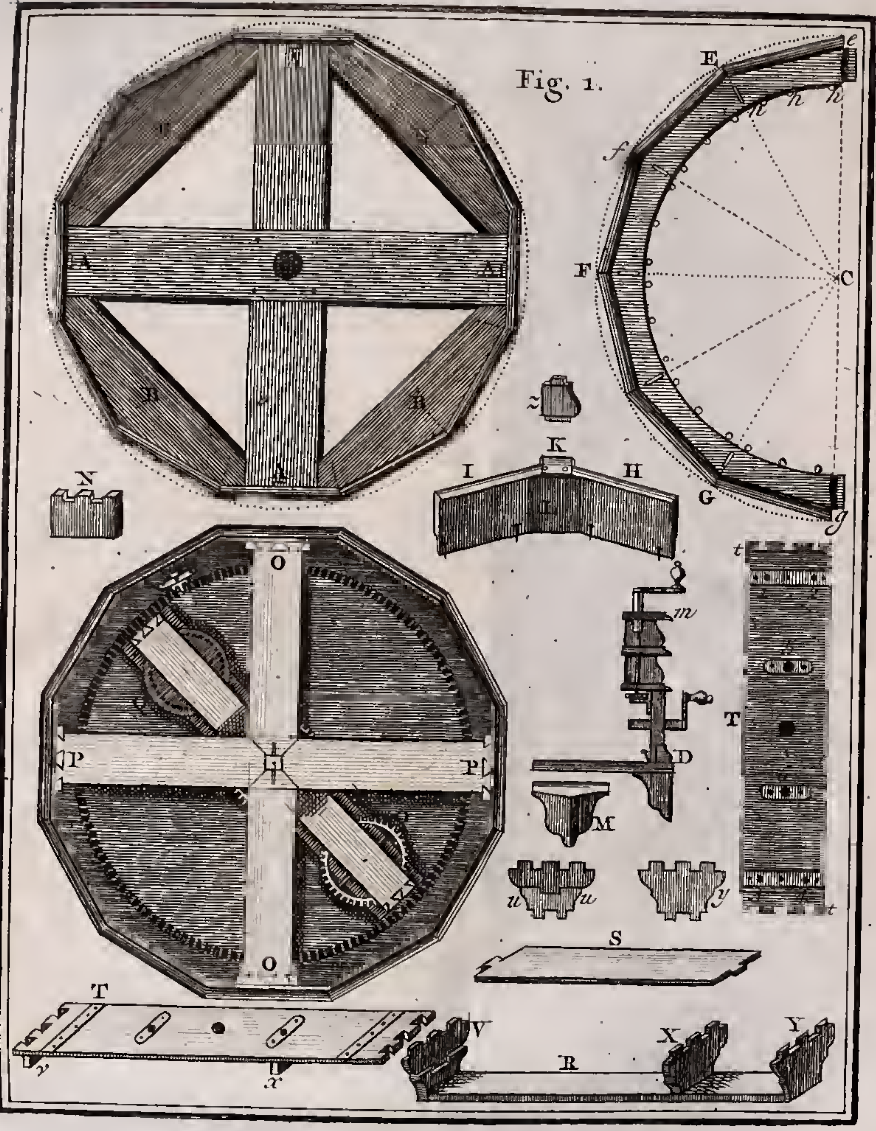
Vous finirez la caiſſe en nettoyant le bois par dedans & par dehors, & en profilant ſur les douze côtés extérieurs du grand cercle, un petit quarré avec un quart de rond. Mais comme il faut qu'elle s'attache au parquet,

vous

vous y ferez tenir avec des clous rivés quatre lames de cuivre diamétralement oppoſées, qui traverſeront l'épaiſſeur de la croix en *A*, *A*, *A*, *A*, & qui ſeront retenues par-deſſous avec de fortes goupilles.

Sur les quatre côtés qui portent les tirants, il faut coller & clouer autant de morceaux de bois plats comme *N*, & entaillés pour recevoir à queues d'aronde les quatre bouts d'une croix *O O P P*, qui doit ſe trouver de niveau avec le bord inférieur de la caiſſe, de ſorte que celle-ci étant arrêtée ſur le parquet avec les goupilles, la croix *O O P P*, ne puiſſe pas ſortir de ſa place.

Cette croix étant placée & repairée, afin que quand on aura démonté la machine, on ne puiſſe point la replacer autrement, vous y chercherez un point, qui réponde au centre du cercle, qui couvre le bord de la caiſſe; & vous y ferez un trou de dix à onze lignes en quarré, en obſervant que ce point ſe rencontre à l'interſection des deux diagonales: c'eſt ſur ce point central que la grande platine doit tourner; c'eſt pourquoi il eſt eſſentiel, de


Fig. 1.
A
A
A
B
B
C
E
e
F
f
G
g
h
h
h
I
K
H
L
N
O
O
P
P
m
D
M
T
T
t
t
u
u
y
S
V
X
Y
R
x
v

de le bien rencontrer & de ne le point perdre; vous y parviendrez aisément, si vous tracez votre trou avant de le percer, dans un cercle de quinze lignes de diametre, ayant pour centre celui de la croix.

Le rouage *Q Q*, est contenu dans une cage de bois de chêne qui se peut démonter; il est attaché à la grande platine & tourne avec elle; on le peut voir en regardant la machine par-dessous, comme elle est représentée dans cette figure.

La cage de bois qui contient les roues, est composée de trois tablettes *R*, *S*, *T*, qui ont chacune cinq lignes d'épaisseur, & qui sont assemblées à queues d'aronde, par trois petits montants *V*, *X*, *Y*, collés sur la premiere: cette tablette, ainsi que la derniere *T*, a vingt pouces de longueur. Celle du milieu *S*, n'en a que treize; *R* & *S*, ont chacune deux pouces & demi de largeur, mais *T* a au moins quatre pouces: c'est pourquoi les deux montants *V*, *Y*, sont plus étroits en bas qu'en haut, comme on le peut voir en *u*, *y*. Ce dernier est par-tout d'une égale épaisseur; mais l'autre,

ainsi

ainſi que *X*, eſt plus épais de moitié juſqu'à la hauteur *u u*, pour recevoir dans une entaille la queue d'aronde qui ſert de tenon à la tablette *S*; & afin que cette piece ne puiſſe pas ſortir de ſa place, la tablette ſupérieure *T*, porte en-deſſous deux petits pieds *v*, *x*, larges comme les montants *V*, *X*, qui deſcendant avec elle, quand on l'aſſemble, appuyent ſur les deux bouts qui ſont entrés à queues d'aronde: *T* mis en place eſt arrêté aux deux bouts par des broches de fer *t*, *t*, qui traverſent la piece & les deux montants qui la reçoivent.

La cage ainſi aſſemblée ſe trouve diviſée en trois parties. La premiere qui eſt entre les deux tablettes *R* & *S*, renferme trois roues dentées *A*, *B*, *C*, *Pl. XVII. Fig.* 2. La ſeconde entre *S* & *T*, contient deux autres roues dentées *D*, *E*, & un pignon *F*, avec deux poulies *G*, *H*, concentriques & tournant l'une ſur l'autre; dans la troiſieme ſont deux poulies concentriques & de même diametre, avec une roue dentée *I*, tournant enſemble, par le moyen d'un pignon en lanterne, dont la tige *K* traverſe

verſe le montant, & dont le pivot eſt porté par un coq attaché ſur la tablette d'en-bas.

La roue *A*, & la roue *B*, doivent tourner dans le même ſens, & faire des révolutions de même durée, c'eſt pourquoi vous leur donnerez à toutes deux le même nombre de dents, & le mouvement ſe communiquera de l'une à l'autre par une troiſieme *C*. Mais vous aurez ſoin que celle-ci faſſe deux révolutions contre une; ainſi *A* & *B* ayant cent dents chacune, *C* n'en auroit que cinquante.

Cette derniere roue ſera fixée ſur le même arbre que *D*, qui par conſéquent fera auſſi deux tours, tandis que *A* & *B* n'en feront qu'un: & il faut que chacune de ſes révolutions faſſe tourner *E* trois fois; par conſéquent il faut qu'elle ait trois fois autant de dents que celle-ci; vous pourrez en donner à l'une ſoixante & douze, & à l'autre vingt-quatre.

Le pignon *F* doit tourner deux fois par une ſeule révolution de la roue *E*; ſi celle-ci a vingt-quatre dents, le pignon ne doit avoir que douze aîles. Et le rouage étant ainſi proportionné, quand

quand la roue *A* fera un tour entier, le pignon tournera douze fois.

Le diametre de la poulie *H*, ſera à celui de la poulie *G* dans le rapport de un à deux, & celle-ci ſera égale aux deux autres poulies *I*, qui font corps enſemble avec la roue dentée qui a ſes dents paralleles à l'axe commun, & qui eſt menée par le pignon en lanterne *K*; de ſorte que cette piece faiſant un tour, communique par deux cordes ſans fin, le mouvement aux deux poulies *G* & *H*, faiſant faire à l'une une révolution & à l'autre deux.

Toutes les roues peuvent ſe faire de cuivre coulé, ſur des modeles en bois; mais quand vous les aurez ébarbées & nettoyées après la fonte, vous ferez bien de les battre à froid ſur un tas ou ſur une enclume, pour les dreſſer, & leur donner plus de conſiſtance. Les deux faces du milieu & des croiſillons étant au moins dégroſſies à la lime, vous monterez la piece ſur un arbre pour la tourner.

Vous ferez l'arbre de la roue *A*, d'une broche de fer *a*, limée quarrément en pointe par en-bas, & chaſſée un peu à force dans un morceau de quelque bois ferme, & percé ſuivant ſon

ſon fil ; & vous tournerez le tout enſemble, comme il eſt repréſenté par la figure ; c'eſt-à-dire, que vous formerez une aſſiette *d* un peu large, & immédiatement au-deſſus, une partie plus étroite dont vous ferez enſuite un quarré *b* pour recevoir la roue, avec une forte goupille au-deſſus qui traverſera le bois & le fer ; tout ce qui eſt au-deſſous de l'aſſiette *d*, vous le ravalerez cylindriquement ; mais après une longueur de neuf à dix lignes, vous ferez du reſte un quarré *c*, propre à remplir exactement le trou de même forme qui eſt au centre de la croix *O O P P*. Pour ne pas décentrer ce quarré, vous ferez bien de tourner la partie cylindrique ſur laquelle vous devez le prendre, de maniere que le diametre de l'une ſoit égal à la diagonale de l'autre. Au-deſſus du quarré qui recevra la roue, vous réſerverez au bois une partie *b*, qui la contiendra entre les deux tablettes. La broche de fer *a b* ſera de telle longueur, qu'elle puiſſe ſurpaſſer d'un bon pouce le plan ſupérieur de la grande platine de métal : elle ſera un peu en dépouille de bas en

haut, ſon plus grand diametre étant d'environ deux lignes; mais le bout d'en haut doit être foré à la profondeur de ſix à ſept lignes, comme une clef; ce que vous ferez plus ſûrement en faiſant tourner la piece contre le foret.

Quand vous aurez tourné la roue ſur ſon arbre, vous la répairerez ſur ſon quarré, & vous l'ôterez pour faire la denture & pour la finir à la lime.

L'arbre de cette roue tournera d'une part dans la tablette *R*, où vous ferez un trou bien juſte, ſans être trop ſerré, pour recevoir la partie cylindrique qui a été réſervée immédiatement au-deſſous de l'aſſiette *d*, & de l'autre part dans un canon de cuivre bien alaiſé, ſoudé ſur une piece quarrée de même métal, & attachée ſur la tablette S. Ce canon doit être mince, tourné bien rond & bien uni par dehors, & un peu en dépouille; il faut qu'il s'éleve preſque auſſi haut que le fer qu'il recouvre.

Pour attacher bien ſolidement ce canon, vous ferez entrer bien juſte dans l'épaiſſeur du bois, la plaque de cuivre ſur laquelle il eſt ſoudé, & vous

l'y

l'y arrêterez avec quatre clous rivés dont vous mettrez les têtes en deſſous; vous ferez encore mieux de noyer pareillement ſous la tablette, une autre plaque de cuivre percée au milieu, pour ſervir de contre-rivure à vos clous, avec des chanfreins, afin de pouvoir tout affleurer enſuite à la lime.

Quand vous aurez ainſi diſpoſé la roue du centre, vous préparerez les roues *C* & *D*, qui doivent tourner enſemble ſur le même arbre. Vous ferez cet arbre de fer ou d'acier; vous lui ferez deux pivots à ſes extrêmités, & vous y pratiquerez des aſſiettes de cuivre aux diſtances convenables, comme on fait ordinairement; mais vous ne fixerez que celle d'en-bas, par une rivure; l'autre ne peut ſe placer qu'après qu'on aura mis la deuxieme tablette; elle deſcendra ſur ſon aſſiette avec un petit pied, qui ſervira de repaire, & qui l'empêchera de ſe déplacer en tournant: une goupille par-deſſus qui traverſera l'axe, ſuffira pour l'arrêter.

Il eſt à propos que la roue *C*, ſoit plus épaiſſe que celle qu'elle engrene de part & d'autre, & afin que l'engrénage ne

ſe dérange point, au lieu de faire tourner les pivots de l'arbre dans le bois, il faut attacher ſur la tablette d'en-bas, & ſous celle d'en-haut, des lames de cuivre, percées convenablement pour les recevoir.

La roue *B*, eſt rivée ſur une aſſiette de cuivre, fixée par une ſoudure ou autrement, à un arbre de fer, terminé en bas par un pivot, & ayant une portée contre la tablette *S*, qui contient la roue dans ſon engrénage. L'arbre *f*, prolongé au-deſſus de cette partie, traverſe l'épaiſſeur de la tablette, & un canon de cuivre *e*, ſemblable à celui qui enveloppe l'arbre de la roue *A*, & attaché comme lui. Mais ce canon, au lieu de couvrir l'arbre entiérement, le laiſſe excéder de quatre lignes, & ne ſurpaſſe le plan ſupérieur de la cage que de ſix lignes.

La petite roue *E*, qui communique de *D* en *F*, ſe peut faire avec un morceau de laiton arrondi & ſans être évidé; vous la fixerez avec une aſſiette de cuivre ſur un arbre de fer tourné, dont les pivots ſeront reçus dans des petites plaques de cuivre que vous incruſterez dans le bois.

L'ar-

L'arbre du pignon *l*, eſt un canon qui tourne ſur celui qui enveloppe l'arbre de la roue *B*, & qui dépaſſe comme lui de ſix lignes, le plan ſupérieur de la tablette *T*; il faut que vous réſerviez ou que vous rapportiez au-deſſus & au-deſſous du pignon, des portées, qui le contiennent à la hauteur convenable à ſon engrénage.

h, la plus petite des deux poulies, eſt fixée au bout d'un canon de cuivre fort mince, & tourne avec liberté ſur celui qui eſt fixé ſur la tablette *S*, & qui recouvre l'arbre de la roue *A*, & il s'éleve comme lui d'un pouce au-deſſus de la cage.

La poulie *g*, garnie comme la précédente d'un canon de cuivre, tourne ſur elle librement; mais ſon canon ne monte que de ſix lignes au-deſſus de la cage.

Chacun de ces canons ſera ſoudé à une rondelle de cuivre percée au milieu & attachée au bois, avec des clous à têtes perdues; par ce moyen les poulies ſe frotteront moins, & celle d'en-bas repoſera par du métal ſur la portée du canon, qui lui ſert d'axe.

Il eſt important que les arbres des

roues & les canons qui tournent les uns dans les autres, ayent des mouvements doux & libres, ſans avoir trop de jeu; pour cet effet, vous aurez des alaiſoirs, c'eſt-à-dire, des broches d'acier à pans dont les angles ſoient bien droits, & quand chaque canon ſera bien fini en dedans, vous tournerez conformément la partie extérieure de la piece qui doit y entrer : & quand vous verrez qu'elle y entre preſque entiérement, vous finirez par l'y ajuſter avec de l'eau & du ſable, comme on fait pour la clef d'un robinet. Vous prendrez garde encore que le canon de la grande poulie & celui du pignon *F*, ne touchent ni au bois, ni au métal de la grande platine qu'ils traverſent; vous y ferez les trous de maniere, qu'il reſte un quart de ligne de jeu autour de ces pieces, dont le mouvement ne doit être aucunement gêné.

Vous ferez la double poulie *I*, avec un morceau de poirier ou de noyer pris en planche; vous le collerez ſur un cylindre du même bois, qui le traverſera, & qui ſera traverſé lui-même d'un bout à l'autre par une broche de

fer

fer chaſſée à force, aux bouts de laquelle vous formerez deux pivots terminés en pointes. Vous tournerez le tout ſur ces deux pointes, & vous formerez deux gorges paralleles entr'elles à quatre lignes de diſtance l'une de l'autre, en obſervant que du fond de ces gorges, qui doivent être angulaires pour mieux pincer la corde, ces deux poulies & celle du centre marquée *G*, âyent des diametres bien égaux, de trois pouces neuf à dix lignes chacun.

Vous ferez en-deſſous de la double poulie, & à trois lignes du bord, une rainure circulaire, pour recevoir un peu à force la couronne dentée, que vous ferez d'une lame de laiton pliée circulairement, & dont vous rejoindrez les deux bouts avec de la ſoudure forte, & vous la retiendrez par quelques goupilles. La denture de cette piece n'eſt aſſujettie à aucun nombre, il ſuffit qu'elle engrene bien le pignon en lanterne qui doit la mener. Mais afin que cet engrénage ne ſe dérange point, vous ferez tourner les pivots de la double poulie dans deux petites plaques de cuivre percées pour les

recevoir, & noyées dans les tablettes de la cage.

La roue ayant trente-huit dents ſur une circonférence de trois pouces & demi de diametre, vous pourrez faire le pignon en lanterne avec huit fuſeaux de fer de quatre à cinq lignes de longueur, aſſemblés, & rivés dans deux rondelles de cuivre. Vous commencerez par faire dreſſer & tourner un arbre de fer, qui ait environ trois lignes de diametre, avec une aſſiette un peu plus renflée pour recevoir d'une part le pignon, & de l'autre, pour empêcher qu'il ne touche le bois de la cage; la partie de cet arbre qui traverſera le montant de la cage ſera cylindrique, avec un quarré pour recevoir la manivelle; & le reſte ſera limé quarrément pour enfiler le pignon qui ſera arrêté enſuite avec une goupille; après quoi vous formerez le pivot qui doit entrer dans le coq. *Voyez* à la lettre *K*.

Afin que le pignon ſoit bien centré ſur ſon arbre, vous commencerez par faire les trous quarrés dans les rondelles, & enſuite vous les mettrez ſur le tour avec l'arbre même pour les arrondir,

dir, & marquer d'un trait de burin ſur chacune, le cercle dans lequel vous devez percer les trous pour river les fuſeaux. Vous donnerez un peu de dépouille au quarré qui doit recevoir la manivelle, afin qu'elle entre d'abord fort aiſément deſſus.

Le rouage étant fini & aſſemblé dans ſa cage, vous le placerez ſur la croix *O O P P*, *Pl. XVI*, en faiſant entrer la partie quarrée de l'arbre de la roue *A*, dans le trou qui eſt préparé pour le recevoir, & vous l'arrêterez par-deſſous avec une forte goupille: mais afin que la tablette inférieure *R*, ne frotte point dans toute ſa longueur ſur la croix, vous augmenterez ſon épaiſſeur de deux ou trois lignes autour du centre, en collant deſſous une rondelle de bois, percée comme elle, & qui achevera de recouvrir la partie cylindrique de l'arbre, qui précede le quarré. Après cela vous préparerez la grande platine de métal, qui doit faire le deſſus du planétaire.

Le plus ſimple & le plus facile eſt de choiſir pour cela une plaque de laiton de grandeur ſuffiſante, & qui ait à-peu-près une ligne d'épaiſſeur

dans toute ſon étendue, & de la faire planer par un habile Chaudronnier, afin qu'elle ſoit bien droite & qu'elle ait aſſez de conſiſtance pour ſoutenir la denture. On peut auſſi faire cette platine avec une feuille de tôle bien choiſie; ſi l'on eſt à portée des forges, où il s'en fabrique, cela coûtera beaucoup moins que le cuivre; mais on aura plus de peine à faire la denture. Enfin la tôle commune pourra ſervir, pourvu qu'on la dreſſe bien, & qu'on rive tout autour des portions de cercle de laiton, qui ſe rejoignent bout à bout pour porter la denture; mais il faudra avoir attention que les jonctions ſe rencontrent toujours entre deux dents.

De quelque métal que vous faſſiez cette platine, il faut qu'elle ſoit bien arrondie, & que ſa denture ſe trouve cachée ſous le bord intérieur du grand cercle qui eſt collé ſur le bord ſupérieur de la caiſſe. Vous commencerez par déterminer à-peu-près ſa grandeur par un trait de compas; vous percerez un trou au centre, & un autre vers la circonférence pour la faire entrer juſte, ſur les deux canons qui excedent la tablette ſupérieure de la

ca-

cage. Ensuite vous l'attacherez avec quatre petites vis de fer aux deux bouts de cette tablette, & par deux autres de cuivre & plus grosses, que vous placerez à trois pouces du centre de part & d'autre, sur une même ligne. Et afin que ces vis ne se dérangent point, vous formerez leurs écrous dans des lames de cuivre noyées & attachées dans l'épaisseur du bois, comme il est marqué par les chiffres, 1, 2, 3, 4, 5 & 6. *Pl. XVI.*

Ayant reconnu au juste la grandeur que vous devez donner à la platine, en y comprenant la denture, vous la séparerez du rouage, & avec un compas à verge ou avec une alidade que vous ferez tourner sur un pied qui remplisse exactement le trou du centre, vous tracerez deux cercles, l'un qui détermine la grandeur & l'arrondissement de la platine, l'autre un peu plus petit pour régler la longueur des dents. Ensuite vous arrondirez la piece en suivant le premier trait avec la lime, & vous diviserez la circonférence suivant le nombre de dents que vous voudrez y faire.

Ce nombre est arbitraire, mais il

faut le choisir tel qu'il en résulte une denture forte, & qu'elle puisse se régler par une division facile: faites-la, par exemple, de 288. Si vous êtes à portée d'un Horloger qui ait une plate-forme assez grande où ce nombre se trouve, il vous la divisera, & la refendra de sorte que vous n'aurez plus qu'à arrondir le bout des dents; c'est ce qu'il y a de mieux à faire: mais si vous êtes obligé de faire vous-même cet ouvrage à la main, voici comment vous pourrez vous y prendre.

Ayez une table bien droite, plus grande que votre platine, ou seulement une planche de sept à huit pouces de largeur, qui ait au moins deux pieds de longueur. Attachez au milieu un petit cylindre de métal ou de quelque bois bien dur, sur lequel le trou qui est au centre de la platine puisse entrer juste; préparez avec une lame de fer mince, ou avec un bout de ressort de pendule, une regle à centre *m*, *Pl. XVII*, dont l'œil puisse entrer de même sur ce cylindre, & qui soit assez longue pour dépasser de quelques pouces le bord de la platine. Munissez-vous aussi d'un traçoir, qui ait son

bifeau

biſeau à droite comme la lame d'une paire de ciſeaux, afin que vous puiſſiez faire aiſément le trait contre la regle. Ayez encore un compas à verge pour meſurer les grandes parties, & un compas d'acier à reſſort & à vis pour les petites diviſions: ces outils ſe trouvent tout faits chez les Quinquailliers.

Commencez par diviſer la circonférence de votre platine, en quatre parties égales, par deux lignes diamétrales qui ſe coupent exactement au centre du petit cylindre. Partagez chacune de ces parties en trois, avec la même ouverture de compas; & ſubdiviſez chacune de ces dernieres en deux: par ces trois premieres opérations, vous aurez le bord de votre platine diviſé en vingt-quatre parties égales.

Faites un limbe de cuivre de ſix à ſept lignes de largeur, dont l'épaiſſeur ſoit égale à celle de la platine; attachez-le ſur le bois concentriquement, & le plus près d'elle qu'il ſera poſſible, mais de maniere cependant qu'il ne l'empêche pas de tourner ſur ſon centre; prolongez ſur ce limbe avec

la regle à centre, & le traçoir, deux lignes qui embrassent deux des dernieres divisions ; tracez encore sur le cuivre, de l'une de ces lignes à l'autre, un arc de cercle parallele au bord de la platine, & divisez-le en quarante-huit parties égales, par autant de points que vous marquerez avec un poinçon d'acier.

Cette derniere division étant faite, vous la transporterez avec la regle à centre & le traçoir, sur la partie qui lui correspond au bord de la platine, & successivement sur toutes les autres, que vous ferez passer devant elle, ayant soin avant de commencer à tracer, que la platine soit bien arrêtée sur le bois avec une broche de fer, que vous ferez entrer par quelqu'un des trous préparés pour les vis.

Toute la division étant ainsi achevée, vous aurez 576 espaces égaux ; de deux vous en éviderez un avec l'outil à refendre, il y en aura 288, qui resteront pleins, & dont vous formerez les dents de la platine. Si la denture est de cuivre, & que vous ayez une fraise à refendre qui se mene avec un archet, vous vous en ser-

vi-

virez de préférence, ſinon, vous ferez le vuide entre deux traits, avec une lime ordinaire & d'une épaiſſeur convenable; ou bien vous en préparerez une exprès avec une lame d'acier d'épaiſſeur, & qui n'aura des dents que ſur ſon champ. Vous finirez par arrondir & adoucir toute la denture avec des limes appropriées à cet ouvrage.

Quand la denture de la grande platine ſera achevée, & qu'on voudra la remettre avec ſes vis ſur la cage du rouage, il ne faut point oublier d'agrandir les trous qui entrent ſur les canons, comme je l'ai dit plus haut; car il eſt eſſentiel que ces pieces qui doivent tourner librement, ne ſouffrent point de frottements extérieurs qui puiſſent les gêner.

La grande platine ſe mene par une petite roue de cuivre ou de fer, de deux lignes & demie d'épaiſſeur, enarbrée ſur une tige ronde qui traverſe le premier & le ſecond cercle en montant, & qui excede un peu celui-ci par un quarré, ſur lequel on fait deſcendre une manivelle qui traverſe le dernier cercle. L'arbre de cette petite

tite roue, a une portée qui l'empêche de frotter contre le cercle, & par-dessous, un pivot qui tourne dans un coq attaché sous le cercle, & qui avance jusque sous la denture pour empêcher le désengrénage. La manivelle qui mene cette roue, sert aussi à faire tourner le pignon en lanterne du rouage, en traversant un des côtés de la caisse, par un trou qui est immédiatement sous la petite roue dont je viens de parler.

Pour empêcher la grande platine de voiler, & pour la contenir dans le plan de sa révolution, on fait glisser sa denture sur trois ou quatre coqs attachés sous le grand cercle; vous ferez encore mieux, si vous mettez au fond de ces coqs, des petites roues dentées, qui tournent librement sur des pivots, & qui en engrénant la denture de la platine, lui servent comme de rouleaux pour faciliter son mouvement. *Voyez* le profil *Dm*, *Pl. XVI.*

La tige de la manivelle sera faite d'un morceau de cuivre coulé & tourné extérieurement; mais avant de le travailler en dehors, vous y percerez

un

un trou de ſept à huit lignes ſuivant ſa longueur, un peu moins gros que les quarrés ſur leſquels il doit entrer, & vous le rendrez quarré en y faiſant entrer à force un quarré d'acier, & en battant la piece par dehors, avec un marteau ſur une enclume: commencez avec un quarré plus petit, & finiſſez avec un autre qui ſoit égal, & même un peu plus fort que ceux ſur leſquels la manivelle doit entrer. Le levier de la manivelle peut avoir deux pouces de longueur : vous le ferez, ſi vous voulez, avec une lame de cuivre d'une bonne ligne d'épaiſſeur, que vous laiſſerez droite, ou que vous tournerez en S. Le manche ne doit avoir qu'un pouce & demi ou environ de hauteur; mais pour bien faire, il faut qu'il tourne librement ſur une tige de fer, comme aux manivelles des vielles.

Le planétaire a trois cercles de bois, élevés parallélement l'un ſur l'autre, & ſoutenus par douze petits gouſſets z, aſſemblés & collés à demi-bois aux angles. J'ai enſeigné plus haut comment on doit conſtruire le premier cercle, celui qui eſt fixé ſur le bord ſupérieur de la caiſſe; les deux autres

ſont

ſont égaux & ſemblables à lui, vous les conſtruirez de même.

Ces trois cercles repréſentant enſemble le zodiaque, il faut que le premier, ainſi que le dernier, comprenne entre lui & celui du milieu, un eſpace de huit dégrés de ſa circonférence intérieure; c'eſt ſur cela qu'il faut régler la hauteur des gouſſets, qui ſerviront à les aſſembler; mais comme ils portent deux diviſions, l'une de trois cents ſoixante parties, avec les douze ſignes du zodiaque, l'autre de trois cents ſoixante-ſix, avec les douze mois de l'année, il faudra ſeulement les préſenter en place, faire les trous par où doivent paſſer la tige de la petite roue & l'arbre de la manivelle, & différer leur aſſemblage à demeure, juſqu'à ce qu'ils ayent été deſſinés & peints.

J'ai fait graver autrefois des planches, par le moyen deſquelles j'ai des papiers imprimés pour tout ce qu'il y a à deſſiner & à peindre au planétaire, de ſorte que j'en étois quitte pour coller ces papiers, & enluminer les gravures, ce qui épargne un aſſez long travail; mais quiconque voudra con-

conſtruire un planétaire ſeulement pour ſon uſage, ne ſera pas les frais de pareilles planches; il ſera obligé de deſſiner à la main.

Il couvrira donc de papier blanc & proprement collé avec de l'amidon qui n'ait point de couleur, le deſſus de ſes trois cercles, ou bien il ſe contentera d'en deſſiner un, celui d'en haut, & il paſſera une couche de la même colle ſur le papier, après qu'il aura été appliqué ſur le bois. Cette couverture de papier ſera formée de douze morceaux taillés ſur un même patron, & joints bout à bout, ſans paſſer les uns ſur les autres : il eſt naturel que ces morceaux ſe joignent vis-à-vis les angles, formés par les douze côtés extérieurs.

Lorſque le papier ſera ſec, il attachera ſon cercle à plat ſur une table bien droite, puis en appliquant une regle un peu flexible ſur des angles diamétralement oppoſés de la circonférence extérieure, il tracera deux lignes qui ſe coupent à angles droits; ſi les angles ſont bien eſpacés, le point d'interſection des deux lignes, ſera le centre de la circonférence intérieure

du

du cercle; & avec un compas à verge, il pourra de-là tracer des cercles concentriques ſur la largeur.

Il commencera par celui des douze ſignes, qu'il diviſera en trois cents ſoixante dégrés; trente pour chaque ſigne, qu'il déſignera par ſon nom & ſon caractere, comme on le peut voir par la *Fig.* 3. *Pl. XVII.* qui repréſente la ſixieme partie de ce cercle. Enſuite il formera celui des douze mois de l'année biſſextile, qu'il diviſera en trois cents ſoixante-ſix parties égales, pour plus de facilité, en commençant la diviſion au tiers du premier dégré du bélier, & en attribuant à chaque mois autant de ces dégrés qu'il a de jours. Si cette derniere diviſion eſt bien faite, la fin de chaque mois ſe rencontrera vis-à-vis du dégré de l'autre cercle, où ſe trouvera alors le ſoleil, ce qu'il ſera aiſé de vérifier en conſultant la table de la *Connoiſſance des Temps*, où la longitude du ſoleil eſt marquée pour tous les jours de chaque mois.

Ce cercle ſera plus élégant, s'il eſt proprement enluminé & verni, avec les bords & le deſſous ornés d'une cou-

che

che ou deux de vermillon; on pourra peindre de même les deux autres dessus & dessous, si l'on ne veut pas prendre la peine d'y répéter les divisions qu'on a faites sur le premier: mais comme le bord intérieur de celui du milieu représente *l'Ecliptique*, il faudra le couvrir d'une petite bande de papier collé, sur lequel on aura écrit le nom de cette ligne, une ou plusieurs fois. Il faut en coller pareillement sur le bord intérieur des douze goussets; & écrire sur celui qui répond au premier dégré de l'écrevisse, *Solstice d'été*; sur celui qui lui est diamétralement opposé, *Solstice d'hyver*; sur celui qui est au premier dégré du bélier, *Equinoxe du printemps*; & sur celui où commence le signe de la balance, *Equinoxe d'automne*. Les huit autres porteront chacun une bande de papier divisée de part & d'autre en huit parties égales, à compter de l'écliptique, & distinguées par autant de chiffres, pour faire connoître les différentes latitudes des planetes pendant le temps de leurs révolutions.

Le dehors de la caisse sera peint aussi, & par compartiments, si l'on veut,

veut, en rouge & noir, par exemple, & vernis par-dessus; il seroit à propos de représenter en figures les signes du zodiaque sur les douze côtés, en observant de les placer conformément à ceux qui sont désignés par leurs caracteres, sur le grand cercle d'en haut.

Enfin, il faudra peindre aussi le dessus de la grande platine en bleu, soit à l'huile, soit au vernis, & dessiner autour du canon qui est vers le bord, un cercle de sept pouces & demi de diametre, divisé en vingt-neuf parties & demie, en allant de droite à gauche, pour représenter la révolution synodique de la Lune, en commençant cette division sur la ligne qui passe du centre de ce cercle à celui de la grande platine; & vous y écrirez les quatre principales phases de la Lune, sçavoir, *nouvelle lune*, vis-à-vis le commencement de la division; *premier quartier*, vers la septieme division; *pleine lune*, vers la quinziéme; & *dernier quartier*, vers la vingt-deuxieme: voyez la *Fig.* 4. *Pl. XVII.*

Pour ne pas laisser nud le reste de la grande platine, vous y pourrez faire représenter en or, un soleil dont les

rayons

rayons rempliſſent un eſpace circulaire de quatorze à quinze pouces de diametre, & les figures des ſix planetes, *Mercure*, *Vénus*, *la Terre*, *Mars*, *Jupiter* & *Saturne*, avec leurs proportions, en diametre, relativement à la terre ; conſultez ſur cela la *Connoiſſance des Temps*, *page* 138, ou quelque autre livre d'Aſtronomie. Toutes ces décorations ſont de la compétence du Verniſſeur, à qui vous fournirez les meſures, & les deſſeins.

Il faut que vous puiſſiez trouver aiſément avec l'arbre de la manivelle, le quarré du pignon en lanterne qui mene la grande platine ; pour cet effet, vous ferez ſur le bord de celle-ci une marque, qui, lorſqu'elle ſe rencontrera vis-à-vis d'une autre marque que vous aurez faite au bord intérieur du grand cercle, vous avertira que le quarré eſt vis-à-vis du trou par lequel vous devez le prendre avec la manivelle.

Avant de remonter cette machine, il faut avoir ſoin de mettre un peu d'huile par-tout où il y a des frottements pour les adoucir, & examiner s'il n'y a rien qui gêne les mouvements.

Je

Je parlerai des pieces d'aſſortiment, à meſure que les différentes opérations du planétaire m'en donneront l'occaſion.

Premiere Opération.

XVIII. Leçon. I. Sect. *Pl. I. Fig. 5, & Pl. III. Fig. 6.*

Il ne faut point penſer à mettre en proportions, ni de grandeur ni de diſtance, toutes les boules, qui repréſentent ici le ſoleil & les planetes; il faut ſeulement avoir l'attention de ne faire ni égales, ni plus petites, celles qui repréſentent les plus grands aſtres; ainſi la boule du milieu que vous ferez dorer, pour figurer le ſoleil, ſera la plus grande de toutes, & pourra avoir quatorze lignes de diametre. Dans les autres, vous obſerverez ſeulement, tant par leur groſſeur, que par la longueur de leurs branches, qu'elles ne ſe touchent point les unes les autres en tournant.

Ces petits globes ſe feront de bois tourné à l'archet ſur un arbre d'acier garni d'un cuivreau, & vous diviſerez leur ſurface en deux parties égales, par un cercle qui paſſera par les deux points ſur leſquels ils auront été tournés,

nés, vous en peindrez une en noir, & l'autre en blanc; & vous dessinerez au milieu de cette derniere partie, le caractere de la planete représentée par le petit globe. Vous distinguerez les Satellites de Jupiter & ceux de Saturne par des chiffres, en commençant par celui qui est le plus près de la planete centrale. La Lune, qui est celui de la Terre, sera marqué d'une *L*. Vous ferez encore mieux de les tourner en yvoire, & de teindre en noir seulement un de leurs hémispheres. Celui qui représentera la Terre, ne sera pas seulement noir & blanc comme les autres, vous y tracerez encore sur la partie blanche les principaux cercles de la sphere, l'équateur, les deux tropiques, les deux cercles polaires, les colures des solstices & des équinoxes, & partie de l'écliptique; ayant soin que la tige qui le porte, l'enfile par les poles de l'équateur.

Vous ferez toutes les branches qui portent ces planetes autour du soleil, avec des lames de cuivre, larges de trois lignes, ayant un œil à chaque bout, l'un pour entrer sur la tige commune, l'autre pour recevoir à vis ou avec

une rivure, la tige du petit globe qu'elle doit porter. Il faut battre à froid, toutes ces lames avant de les limer, afin qu'elles ayent plus de consistance, & qu'elles prennent un plus beau poli.

La tige de la boule dorée qui représente le Soleil, aura par en-bas une partie plus menue, & de la longueur convenable pour entrer aisément & remplir le trou de la broche forée: au-dessus de cette partie, il y aura une portée sur laquelle vous ferez descendre les branches des six planetes primitives, en interposant entr'elles des petites rondelles minces, afin qu'elles ne frottent point les unes sur les autres en tournant; & par-dessus la derniere, encore une rondelle un peu plus épaisse, qui sera traversée d'une goupille, ainsi que la tige de fer, afin qu'elle retienne toutes les pieces qui tournent sous elle, & qu'elle ne puisse pas tourner elle-même: vous ferez la même chose aux branches des satellites, en les enfilant sur les tiges de leurs planetes.

La branche qui portera la Lune, & qui sera fort courte, au lieu d'un œil, sera

ſera garnie d'un petit bout de canon, que vous enfilerez ſur la tige du globe terreſtre; & celui-ci enfilé par-deſſus, l'empêchera de ſortir de ſa place.

Vous réglerez les tiges de toutes ces planetes, de maniere que leurs centres ſe trouvent à-peu-près à la hauteur de l'écliptique repréſentée par le grand cercle du milieu: au reſte, quand elles ſe trouveroient un peu plus haut, cela n'eſt point important pour cette premiere opération du planétaire.

Seconde Opération.

Le globe doré qui repréſente le ſoleil dans cette opération, & dans les autres qui ſuivront, eſt plus gros que celui qui a ſervi dans l'opération précédente; il a environ vingt lignes de diametre, il eſt fixé ſur une petite tige de fer, qui entre dans la broche forée du centre, & qui peut y tourner aiſément: il eſt encore percé diamétralement, & parallélement au plan de la grande platine. XVIII. Leçon. I. Sect. *Pl. IV. Fig.* 10.

Le globe terreſtre eſt ſemblable à celui de la premiere opération, mais il n'a point de Lune. Ce globe & celui

qui repréſente Mars, ſont enfilés ſur des tiges rondes de laiton, qui s'élevent au-deſſus d'eux, juſqu'à la hauteur du troiſieme grand cercle, & qui ſont forés par en-haut juſqu'à la profondeur de quatre à cinq lignes.

Les deux branches qui portent ces planetes, ſont faites comme celles dont j'ai parlé ci-deſſus, hors qu'elles ſont garnies de viroles pour ſe monter ſur les canons du centre, ſavoir celle de Mars, ſur le plus gros, & celle de la Terre, ſur le plus petit; ces viroles doivent être en dépouille comme les canons ſur leſquels elles entrent, & ajuſtées de façon qu'elles tiennent bien en place.

Troiſieme Opération.

XVIII. LEÇON. I. Sect. *Pl. IV. Fig.* 12.

LA piece qui ſert dans cette opération, eſt une regle de cuivre large de trois lignes ou un peu plus, dont les deux côtés ſont paralleles, & qui ſe monte ſur le plus gros des deux canons du centre, par une virole dont elle eſt garnie à l'une de ſes extrêmités. L'autre bout enfile une piece de cuivre qui gliſſe deſſus, & ſur laquelle eſt fixée

la

la tige d'un petit globe qui repréſente une planete quelconque; & par-deſſous, il y a un bout d'axe ſur lequel tourne une poulie de quelques lignes de diametre, avec une goupille, ou un bouton qui l'empêche de ſortir. A l'extrêmité de la regle, eſt fixé l'arbre d'un barillet garni d'un reſſort, ſemblable à celui d'une très-petite montre; ſur ce barillet eſt attaché & enveloppé un fil de ſoie, dont l'autre bout tient au curſeur qui porte la planete; de ſorte que celle-ci ne peut être tirée vers le centre de la grande platine, que le reſſort du barillet ne la contre-tire.

Avec une ganſe de ſoie fine, vous formerez une corde ſans fin qui embraſſe d'une part la virole de la regle, & de l'autre la petite poulie du curſeur; & vous préparerez un rouleau d'yvoire ou de métal, qui tourne ſur un axe vertical, que vous ferez entrer à huit ou neuf lignes de diſtance du centre de la platine, dans un trou de foret qui traverſera le métal, & une partie du bois qui eſt deſſous. Ce petit rouleau tirera la corde ſans fin pendant la demi-révolution de la regle,

& fera approcher la planete vers la boule dorée ; après quoi le ressort du barillet la fera revenir vers le bout de la regle : le rouleau dont je parle ici doit être fort bas, puisqu'il faut que la regle en tournant passe par-dessus.

Quatrieme Opération.

XVIII. LEÇON. I. Sect. *Pl. IV. Fig.* 14.

L'AIGUILLE dont il est fait mention dans cet endroit, est faite de deux parties qui se joignent à vis ; la plus longue a neuf pouces & demi, & l'autre quatre pouces ; à l'un des bouts de celle-ci on a soudé une petite masse cylindrique de cuivre *o*, dans laquelle est un trou taraudé suivant la longueur ; & un peu plus loin, un autre trou qui traverse l'épaisseur, & dans lequel entre un pivot *p* très libre, retenu en-dessus avec un bouton rivé ; ce pivot a une portée, & au-dessous une queue, qu'on fait entrer dans la tige de Mars. Sur la plus grande partie de l'aiguille on enfile un anneau *f*, qui glisse facilement sur toute la longueur, & qui a aussi une queue pour entrer dans la tige de la Terre, où elle doit tourner librement ; & afin que cet

cet anneau ne puiſſe pas ſortir de deſſus cette partie de l'aiguille, on rive au bout de celle-ci un bouton tourné *q*, & un autre pareil, à deux ou trois pouces près du bout qui entre à vis dans l'autre partie; toute cette aiguille eſt faite d'un fil de laiton qui a environ une ligne de diametre.

Cinquieme Opération.

LA poulie qu'on met au centre de la platine bleue, doit être évidée au milieu pour ne point gêner le mouvement du canon, & faire place à la virole de la branche qui porte la planete; vous donnerez à cette poulie deux pouces de diametre, & tout au plus quatre lignes d'épaiſſeur : vous attacherez en-deſſous, deux petits pieds de cuivre un peu en pointe, & vous percerez dans la grande platine pour les recevoir, deux trous de foret ſur la ligne diamétrale qui paſſe par les centres des canons. XVIII. LEÇON. I. Sect. *Pl. IV. Fig.* 15.

La branche a, comme les autres, une virole qui s'ajuſte ſur le canon extérieur du centre, & elle doit être aſſez élevée pour paſſer librement par-deſſus

ſus la poulie dont je viens de parler; à l'autre bout elle eſt croiſée par une traverſe de la même largeur qu'elle, & ſous cette traverſe, eſt un point formé par une autre lame de cuivre, de même largeur encore, & pliée d'équerre aux deux bouts, avec deux tenons à vis, qui traverſent les deux bras de la croix, & qui ſont arrêtés en-deſſus avec deux petits écrous. Dans l'intervalle formé par cet aſſemblage, vous ferez tourner librement ſur deux pivots, une poulie ſemblable à la précédente, & le pivot de deſſus traverſant le milieu de la croix ſera rivé au bout d'une autre branche de dix-huit lignes de longueur; & c'eſt à l'autre extrêmité de cette derniere branche que vous riverez la tige, qui doit porter la planete. Vous joindrez les deux poulies par une corde ſans fin & croiſée, que vous ferez avec une ganſe de ſoie fine, dont vous coudrez les deux bouts enſemble.

Dans cette opération, le globe du centre doit repréſenter la Terre; vous pourrez figurer un globe terreſtre un peu plus gros que ceux de la premiere & de la ſeconde opération.

Sixieme

Sixieme Opération.

Le cercle repréſenté par les figures citées en marge, eſt formé d'une lame de cuivre qui a ſix à ſept lignes de largeur : vous joindrez les deux bouts à ſoudure forte ; vous l'arrondirez en la forgeant à froid, & vous la tournerez par-dedans & par-dehors, en faiſant le bord ſupérieur un peu en biſeau ; au milieu de la largeur de ce cercle, & ſur deux points diamétralement oppoſés en dehors, vous placerez deux piliers plats, de même métal, qui tourneront à frottement ſur deux clous rivés, avec des roſettes tournées, comme aux têtes de compas ; & chaque pilier aura par en-bas une queue arrondie de cinq à ſix lignes de longueur, & d'une ligne ou environ de diametre, pour entrer un peu juſte, dans deux trous de foret que vous ferez aux vis de cuivre qui ſont à la grande platine, à trois pouces de diſtance de part & d'autre du centre.

XVIII. Leçon. I. Sect. *Pl. V. Fig.* 17. & 18.

L'écartement de ces deux vis vous réglera le diametre du cercle, & la hauteur des piliers doit être telle, que

le bord ſupérieur du cercle, lorſqu'il eſt parallele à la platine bleue, ſe trouve de niveau avec le grand cercle qui repréſente l'écliptique.

Le petit globe qui repréſente une planete, doit être enfilé au centre de ſa partie blanche, & traverſé par un fil de laiton ſemblable à celui de la grande aiguille dont j'ai parlé ci-deſſus; & l'autre bout de ce fil doit ſe joindre par une charniere à la virole qui entre ſur le canon.

Quand vous l'aurez ainſi préparé & mis en place, vous le plierez à trois pouces de diſtance de la virole, de maniere, qu'après avoir monté obliquement ſur le cercle vis-à-vis d'un des piliers, il ſe dirige pour le reſte, parallélement à la platine bleue; afin que le bord ſupérieur du cercle de cuivre étant par-tout de niveau avec le grand cercle du milieu, le bout de la tige qui porte la planete, en faiſant une révolution entiere, réponde toujours par ſon extrêmité, à la ligne de l'écliptique. Ceci détermine auſſi la longueur que vous donnerez à cette tige ou aiguille. *Voyez* les figures citées en marge.

Septieme

Septieme & huitieme Opérations.

Vous tournerez en bois de poirier sur un arbre d'acier, le petit globe terrestre dont il est ici question, & vous lui donnerez dix-huit lignes de diametre: vous le peindrez avec du blanc de céruse détrempé à la colle, & vous dessinerez dessus les principaux cercles de la sphere, avec les plus grands continents. Pour tracer l'équateur & ses paralleles, vous pourrez vous servir d'un compas, dont vous placerez une pointe à l'un des poles, & ensuite à l'autre; mais il est à propos que la pointe à l'encre qui tracera les cercles, soit à charniere, pour se diriger perpendiculairement ou à-peu-près sur la partie où elle doit agir.

XVIII. Leçon. II. Sect. *Pl.* VI. *Fig.* 20.

Pour tracer les colures, vous diviserez l'équateur en quatre parties égales, & vous ferez passer par ces points de division, & par les poles, le bord d'un cercle plat de quelque matiere solide, qui embrassera le globe & qui servira à diriger le crayon ou la plume.

Enfin en plaçant la pointe du compas à l'un des endroits où le colure coupe le cercle polaire, vous décrirez

l'écliptique ; ou bien vous tracerez cette ligne en vous aidant du cercle dont je viens de parler, & dont vous ferez paſſer le bord, par les deux endroits où l'un des colures coupe l'équateur, & par ceux où l'autre colure coupe les tropiques.

Quand le globe terreſtre ſera ainſi tracé, vous pourrez l'enluminer, diſtinguer les mers avec du vert-d'eau, & vernir le tout. Après quoi vous attacherez avec des petites pointes ſur deux points diamétralement oppoſés de l'équateur, un cercle plat de laiton, dont le bord ſupérieur repréſentera l'horizon ; il faut que ce cercle puiſſe s'incliner vers les poles juſqu'à repréſenter la ſphere droite ; il faudra donc que d'un côté, il ſoit échancré pour embraſſer la moitié de l'épaiſſeur de l'axe du globe, & que de l'autre, une pareille échancrure traverſe toute la largeur du cercle, & qu'elle ſe continue dans une eſpece de pont qu'on réſervera, pour entretenir la continuité du cercle ; au reſte quand ce cercle ſeroit entiérement coupé & ouvert en cet endroit, pour laiſſer paſſer l'axe du côté du pole antarctique, il n'y auroit

roït point d'inconvénient : il faudroit, pour bien faire, qu'il traînât un petit reſſort contre le bord intérieur du méridien, afin qu'il pût s'arrêter par ce frottement-là, dans chaque ſituation où l'on voudra le mettre. Vous ferez graver les deux mots EST & OUEST aux deux points par leſquels l'horizon eſt attaché ſur l'équateur, & ceux-ci NORD & SUD aux deux endroits où l'horizon touche le méridien; ou, ſi vous voulez, vous n'y ferez marquer que les quatre lettres initiales, *E, O, N, S. Voyez la Fig. 5. Pl. XVII.* à la lettre *T.*

Vous préparerez encore pour ce petit globe, un cercle de cuivre qui repréſentera le méridien; vous le diviſerez en quatre quarts par des lignes qui répondent à l'axe & au diametre de l'équateur, & vous ſubdiviſerez chacun des deux qui répondent à l'hémiſphere ſeptentrional, en quatre-vingt-dix degrés que vous diſtinguerez par des chiffres de 30 en 30, en allant du pole à l'équateur. *Voyez* la figure que je viens de citer.

Vous enfilerez le globe avec ſon méridien ſur un axe de fer ou d'acier

R, qui aura par en-bas deux portées, l'une en-deſſus, ſur laquelle repoſera le méridien; & l'autre en-deſſous, avec un tigeron de cinq à ſix lignes de longueur, bien rond & bien poli. Il faut faire entrer l'axe un peu à force, afin que le globe ni le méridien ne tourne deſſus: & vous enfilerez entre la portée & le méridien un index ou aiguille *r*, dont la pointe puiſſe s'étendre au double cadran dont je vais parler.

Vous prendrez pour cela, une platine de cuivre *Q*, que vous arrondirez ſur le tour en lui donnant vingt-deux lignes de diametre, & dont vous dreſſerez & polirez les faces; après l'avoir diviſée en quatre quarts par deux lignes diamétrales *Q q*, *t t*, vous formerez deſſus avec des lignes circulaires, deux cadrans qui porteront chacun vingt-quatre diviſions, numérotées en deux fois douze, & pour les diſtinguer, vous marquerez les diviſions du plus grand en chiffres romains, & celles du plus petit en chiffres arabes; & vous obſerverez que les deux 6 de celui-ci répondent aux deux *XII*, de l'autre; ou bien vous ferez l'un des deux avec un cercle ſéparé,

paré, de quelques lignes de largeur, que vous ferez tourner concentriquement & à fleur de l'autre.

Vous attacherez cette piece avec deux vis placées en *s*, *s*, ſur une traverſe de cuivre *V u*, & vous la percerez au centre, ſi elle ne l'a pas été, pour aller ſur le tour; vous la percerez, dis-je, pour recevoir en-deſſous un bout de canon de quelques lignes de longueur, que vous riverez en-desſus dans un chanfrein, afin de pouvoir affleurer la rivure. Placez ce canon de maniere qu'en recevant le tigeron il maintienne l'axe du globe, toujours perpendiculaire au plan ſupérieur du double cadran. Le tigeron doit entrer juſte dans le canon, & cependant y tourner avec liberté. Vous ferez bien de l'y faire entrer un peu en dépouille, & en uſant l'un dans l'autre avec un peu d'émeril & d'huile.

Vous riverez encore à la traverſe *Vu*, comme le canon dont je viens de parler, une petite piece *X*, avec une portée coupée obliquement; & vous percerez le tout ſuivant la ligne *Xx*, qui coupe l'axe au centre du globe, & qui faſſe avec lui de part & d'autre un angle

angle de vingt-trois degrés & demi. Le trou dont il s'agit, doit recevoir à frottement rude, le bout de l'axe de la roue *B*, *Fig.* 2. qui ſurmonte le canon qui eſt au centre du cercle de la Lune. La piece *X* étant percée, vous la monterez ſur un arbre garni d'un cuivreau pour y former l'aſſiette d'une roue dentée *y*, que vous y riverez, ayant ſoin que le plan de cette roue ſoit bien perpendiculaire à la ligne *X x*. La roue dont je parle a onze lignes de diametre & trente-ſix dents. Vous pourrez faire, ſi vous voulez, la traverſe *V u*, le canon & la piece *X*, d'un ſeul morceau que vous ferez couler en cuivre ſur un modele en bois.

Par l'inſpection ſeule de la *Fig.* 20. citée en marge ci-deſſus, vous comprendrez aſſez ce que c'eſt que l'aiguille qui repréſente un rayon venant du centre du ſoleil; vous ferez le pilier qui la ſupporte avec du gros fil de laiton que vous façonnerez ſur le tour, réſervant en bas, un tenon pour entrer un peu juſte dans la grande platine, & même dans le bois de la cage; vous ferez pour cela un trou de foret à-peu-près à égales diſtances du centre de

de la grande platine, & de celui du cercle lunaire.

Comme le globe terreſtre de notre planétaire eſt fort petit, vous ferez bien d'en avoir un, qui ait au moins ſept à huit pouces de diametre, monté à l'ordinaire ſur un pied, avec un horizon & un méridien; ou bien une ſphere armillaire du ſyſtême commun: ces inſtruments ſe trouvent par-tout, ou du moins on peut s'en procurer aiſément en les faiſant venir des grandes villes; & cela devient preſque néceſſaire pour expliquer ce qui vient à la ſuite, de la ſeptieme & de la huitieme opération.

Neuvieme Opération.

La piece repréſentée par la figure 26, citée en marge, eſt compoſée d'une branche à virole qui doit entrer à frottement ſur le canon au centre du cercle lunaire; cette branche, après la virole, a deux pouces & demi de longueur & deux lignes ou environ de largeur, coudée à un pouce près du bout, & terminée par une pointe qui doit parcourir en tournant, les diviſions du cercle de la Lune; voyez la *Fig.* 6, à la lettre *A*. XVIII. Leçon. II. Sect. *Pl. VII. Fig.* 26. & 27.

La

La branche *Aa* porte deux roues dentées de même nombre, qui s'engrenent mutuellement, & avec celle de la piece *X* qui leur reſſemble auſſi en tout, & de qui elles reçoivent le mouvement; vous aurez ſoin de tenir celle du milieu *B* un peu plus épaiſſe que les deux autres. La piece *Aa*, vers le milieu de ſa longueur, porte une autre branche plus courte, ſur laquelle s'attache avec une vis & un petit pied, un coq figuré comme *Dd*; l'un des pivots de la roue *B*, entre dans la branche *Aa*, & l'autre dans la partie *D* du coq. La roue *C* a auſſi un pivot qui tourne dans la branche *Aa*, mais en-deſſus ſon axe prolongé de deux pouces, paſſe dans un pilier creux *E*, rivé ſur la partie *d* du coq, & portant par en-haut un cercle plat qui a intérieurement neuf lignes de diametre, & dans l'épaiſſeur duquel le pivot de l'axe eſt reçu. La circonférence de ce cercle doit être dans un plan qui regarde le canon ſur lequel ſe met la virole.

La branche à virole, ainſi que le coq *Dd*, peut ſe faire de cuivre coulé ſur un modele en bois; la partie *A* viendra

dra pleine, vous la percerez & alaiſe-rez enſuite pour l'ajuſter à frottement ſur le canon de la Lune. Vous ferez fondre de même le pilier *E*, avec le petit cercle dont il eſt ſurmonté ; & quand il ſera percé, vous tournerez l'un & vous limerez l'autre ſur deux traits de compas : en faiſant paſſer l'axe de la roue *C* dans le canon *E*, vous enfilerez deſſus une petite boule de bois, dont la moitié ſoit peinte en noir & l'autre en blanc ; il faut qu'elle entre un peu à force ſur cet axe, & qu'en tournant elle ne touche point au bord intérieur du cercle ; ce petit globe repréſentant la Lune, vous marquerez la lettre *L* ſur le milieu de ſa partie blanche.

TOUTES les pieces qui dépendent du planétaire ſe renferment dans un coffret, qui a treize pouces de longueur, ſur ſept pouces & demi de hauteur ; aux quatre angles, par dedans, vous collerez des taſſeaux qui s'élevent de deux pouces & demi au-deſſus du fond, & ſur leſquels vous ferez deſcendre une boîte ſans couvercle marquée *E* dans la figure citée en marge. La capacité du coffret ſe trouvera par-là diviſée en deux parties ſuivant ſa hauteur ;

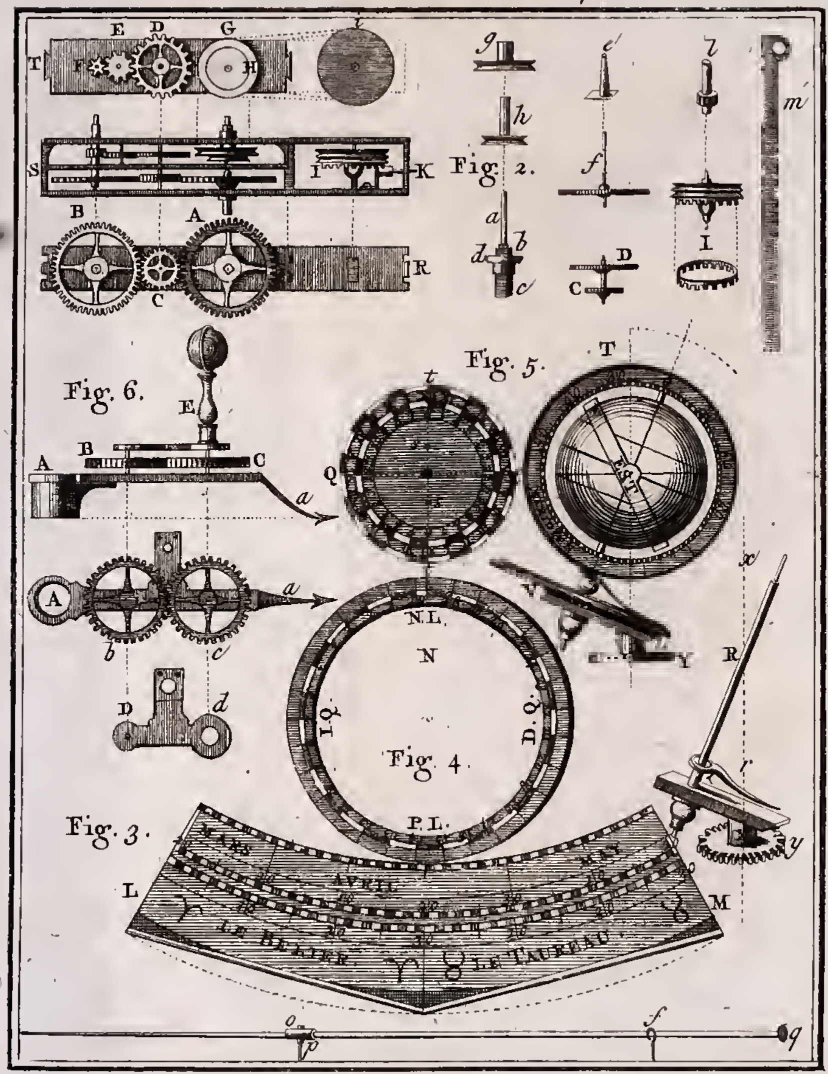
XVIII. LEÇON. I. Sect. *Pl. I. Fig. 4.*

&

& vous y arrangerez toutes les pieces de façon qu'elles ne ſe frottent point.

Dans la partie du fond, vous collerez au milieu, une molette de bois ſur laquelle vous ferez entrer le cercle à piliers de la *ſixieme opération*; vous creuſerez dans cette molette deux places pour loger la moitié de la plus groſſe boule dorée & la moitié du globe terreſtre, & de la platine à cadran ſur laquelle il eſt monté. La poulie de la *cinquieme opération*, s'attachera desſus par ſes deux pivots, &c. la manivelle, le rouage de la Lune & quelques autres pieces pourront encore s'arranger dans cette partie, & les autres ſe mettront dans la boîte de deſſus; mais vous garnirez l'une & l'autre avec une pluche verte, que vous collerez ſur le bois, afin que rien ne s'écorche en frottant. Le reſte du bois, tant en dedans qu'en dehors, pourra ſe peindre en telles couleurs que vous voudrez, & ſe fermer comme il vous plaîra.

AVIS


Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 6.
EST
N.L.
N
P.L.
I.Q.
D.Q.
Fig. 4.
Fig. 3.
MARS
AVRIL
MAY
LE BELIER.
LE TAUREAU.

AVIS

Concernant la DIX-NEUVIEME LEÇON.

Premiere & ſeconde Expériences.

IL n'eſt point néceſſaire que l'aimant nud qu'on employe dans ces deux premieres expériences, ſoit de figure ſphérique ; quelque forme qu'il ait, pourvu qu'il ait des poles, il ſera également bon: vous en pourrez trouver chez les Epiciers Droguiſtes, des morceaux bruts qui ſeront propres à cet uſage. XIX. LEÇON. *Pl. I. Fig.* 1, 2, 3, & 4.

Pour répandre la limaille de fer ſur le carton, ou ſur la feuille de papier, vous vous ſervirez d'une boîte cylindrique de fer-blanc dont le couvercle ſera percé comme un crible, ou bien d'un poudrier d'écritoire, ayant attention de jetter de haut, & en agitant un peu la main, afin que la limaille ſe diſperſe plus également.

Le cygne d'émail de la ſeconde expérience, doit être leſté d'un petit morceau de plomb que vous attacherez

ſous

ſous le ventre avec de la cire d'Eſpagne, afin qu'il ſe tienne droit en flottant ſur l'eau. Si vous n'êtes point à portée des Emailleurs pour vous le procurer, vous imiterez avec quelque matiere légere la figure d'un oiſeau aquatique que vous peindrez à l'huile ou au vernis; ou bien, au défaut de tout cela, vous ferez flotter un morceau de liege large d'un pouce ou environ, ſur lequel vous attacherez un petit morceau de fer.

Un aimant ne mérite la peine & les frais d'une armure, que quand il y a lieu d'eſpérer qu'il aura une certaine force; il eſt bon de s'en aſſurer par quelques épreuves. Vous examinerez, par exemple, avant de lui donner aucune façon, s'il enleve par ſes poles beaucoup de limaille de fer, neuve & non rouillée, ou des petits clous; & ſi les poles ſont bien marqués, & oppoſés entr'eux dans la plus grande longueur de la pierre. Si cela eſt, vous dreſſerez ces deux endroits, & vous y formerez deux faces paralleles entr'elles, ſur leſquelles vous appliquerez de fauſſes armures, que vous y aſſujettirez par quelque ligature, pour voir ſi la

la vertu de cet aimant augmente beaucoup, c'eſt-à-dire, ſi par l'extrêmité de ces ſemelles de fer, il attire bien plus fortement qu'étant nud : ſi ces premieres épreuves vous déterminent à l'armer dans les formes, vous commencerez par le tailler.

Gardez-vous bien d'employer le marteau, pour emporter les parties ſuperflues de la pierre ; outre que vous courrez riſque de la caſſer, ou de lui faire prendre malgré vous une forme très-irréguliere, des chocs réitérés pourroient déranger ſes poles, ou même lui faire perdre une grande partie de ſa vertu ; c'eſt avec la ſcie qu'il faut ôter le plus gros. Vous aſſujettirez le morceau avec du maſtic ſur le bout d'un établi ; avec une lame de fer ou de cuivre non dentée, que vous guiderez en la faiſant paſſer dans deux morceaux de bois refendus, placés & fixés aux côtés de la pierre, de l'émeril en poudre & de l'eau que vous renouvellerez de temps en temps, vous y ferez autant de traits qu'il en faudra pour la dégroſſir. Comme il ne faut pour cet ouvrage que de la patience, vous pourrez y employer l'ouvrier le

plus

plus groſſier & le moins cher. Vous acheverez de dreſſer les faces de la pierre & de les doucir, en les frottant ſur une plaque de métal, d'abord avec du grès, & enſuite avec du gros émeril & de l'eau : il eſt à ſouhaiter que la pierre ait plus de longueur que de hauteur & de largeur, & que les poles ſe trouvent dans les deux faces qui terminent de part & d'autre la premiere de ces dimenſions. La pierre étant taillée, vous préparerez les pieces de l'armure.

Forgez & limez deux lames de fer doux d'une ligne d'épaiſſeur ou à-peu-près, qui s'appliquent exactement ſur les faces où ſont les poles de la pierre, & qui les couvrent entiérement ſans déborder ; elles auront par en-bas, une eſpece de talon ou mantonnet *A*, *Pl. XVIII*, *Fig.* 1, qui s'avancera à retour d'équerre ſous la pierre ; & dont il faudra proportionner les dimenſions à la grandeur & à la force de l'aimant. Si, par exemple, la pierre avoit environ deux pouces & demi de longueur ſur dix-huit lignes de largeur & autant d'épaiſſeur, & qu'elle fût capable de porter cinq à ſix li-

livres, vous pourriez donner à ces petites masses *A*, ou *a*, trois à quatre lignes tant en hauteur qu'en largeur & en épaisseur. A l'autre bout, il faut pratiquer un tenon à vis *B*, qui traversera une platine de cuivre ou d'argent appliquée sur la face supérieure de la pierre, & qui sera pris en-dessus par un écrou taillé à pans; par ce moyen, les deux talons ou mantonnets *A*, *a*, seront serrés contre la pierre; & les deux lames de fer le seront contre les faces des poles, par une ceinture de cuivre ou d'argent que vous ferez entrer à force, mais sans frapper dessus.

Le portant qui s'applique aux masses saillantes de l'armure, doit être aussi de fer doux bien limé & bien dressé dans la partie du contact; il faut le faire d'un tiers moins épais, que les masses qu'il touche, & l'arrondir un peu, afin que le contact ne se fasse, pour ainsi dire, que dans une ligne. Non-seulement les pieces de l'armure, comme le portant, doivent être bien limées & adoucies, mais vous les visiterez de temps en temps pour les nettoyer, & en ôter la rouille, s'il y en

 a,

a, sans quoi vous verrez diminuer considérablement la vertu de la pierre.

Qu'il y ait au milieu de la platine supérieure, un anneau d'un autre métal que du fer, pour suspendre l'aimant à quelque support de bois; ayez soin que ses poles soient toujours tournés vers le nord & vers le sud, en déclinant un peu vers l'ouest & vers l'est, & que le portant chargé de quelque poids, soit continuellement attaché aux pieces de l'armure. Quand vous transporterez la pierre d'un lieu dans un autre, ne lui faites point souffrir de choc, ni de secousses violentes, & ne la laissez point pêle-mêle avec d'autres aimants.

Pour faire voir tout d'un coup & très-commodément l'énorme différence qu'il y a pour les effets, entre une pierre armée & une qui ne l'est pas, vous pourrez faire une armure qui s'ouvre à charniere par le haut, & dont les deux masses ou mantonnets d'en bas soient retenus & serrés par une bride de cuivre, comme *A*, *Fig*. 2. L'armure étant fermée, soutient le portant avec un poids. Lorsqu'elle est ouverte, la pierre nue, ne peut enlever le portant seul.

Vous ferez voir comment on peut ſéparer, par le moyen de l'aimant, un métal précieux, qui ſeroit confondu & mêlé en petites parties avec du fer, en tenant dans une même boîte du fil d'argent ou de cuivre avec du fil de fer fort menu, hachés de maniere que les uns & les autres n'aient qu'une ligne ou deux de longueur; car en y appliquant un des poles de l'aimant, tout ce qu'il y a de fer dans ce mêlange s'y attachera à l'excluſion du reſte.

Troiſiéme & quatrieme Expériences.

L'AIMANT que vous ferez flotter, doit être d'un petit volume, il peut être brute & non armé, pourvu qu'il ait des poles. Vous ferez la gondole avec une feuille de fer-blanc ou de laiton emboutie, ou bien vous vous ſervirez d'un morceau de liege un peu arrondi en-deſſous. XIX. LEÇON. *Pl. I. Fig. 5.*

L'AIGUILLE de la quatrieme expérience eſt une regle de bois longue de douze à quinze pouces, de deux lignes d'épaiſſeur ſur trois ou quatre de largeur, ayant la forme d'une palette par un de ſes bouts; elle eſt percée au mi-

lieu de ſa longueur, pour laiſſer paſſer très-librement un pivot de métal dont la pointe porte contre une chape de cuivre *C*, *Fig.* 3. qui a quatre ou cinq lignes de hauteur, & qui eſt attachée ſur le bois avec deux petits clous rivés. Le morceau d'aimant ſe place ſur la palette, & on le tient en équilibre avec un poids attaché à un curſeur de métal, qui gliſſe pour avancer ou reculer autant qu'il en eſt beſoin, ſur la partie de l'aiguille oppoſée à celle de la palette.

XIX. LEÇON. *Pl. II. Fig. 6.*

Si vous avez une pierre d'aimant *B*, *Fig.* 4. que vous puiſſiez deſtiner à l'expérience repréſentée par la Figure citée en marge, au lieu d'un anneau pour la ſuſpendre, vous attacherez à la platine ſupérieure un bout de canon de cuivre avec une vis de preſſion, pour la placer ſur la tige qu'on fait tourner avec les deux poulies & la corde ſans fin. Vous établirez les poulies ſous deux ponts, ſur une planche chantournée & ornée d'une moulure tout autour; l'axe de la poulie *D*, ſera terminé en vis pour recevoir la manivelle *d*; celui de la poulie *E*, ſera prolongé de trois ou quatre pouces,

ces, & recevra le canon *e*, qui s'arrêtera à la hauteur convenable par la vis de pression; trois piliers de bois tournés & fixés sur la planche, porteront un cercle de même matiere, qui aura une feuillure en-dessus pour recevoir successivement un morceau de carton coupé circulairement, un morceau de verre à vitres, une platine de bois mince, une feuille de métal, &c. & vous ferez croiser la corde sans fin, comme il est représenté dans la figure, afin que le mouvement se communique plus sûrement d'une poulie à l'autre; il est aussi à propos que cette machine ait en-dessous, trois boutons placés l'un à l'extrêmité de la planche où est la poulie *D*, & les deux autres sous les piliers qui font le triangle avec elle.

Vous éleverez la pierre d'aimant de maniere que les masses de son armure rasent en-dessous, la platine contenue dans le cercle de bois; vous ferez tomber de haut sur celle-ci de la limaille de fer, ou des petits bouts de fil de fer très-fins, & vous ferez tourner la pierre.

Au lieu du vase représenté par la

XIX. Leçon. *Pl. II. Fig. 7.* Figure 7. citée en marge, il suffira d'avoir un grand gobelet de cryftal, ou un bocal d'Apoticaire; si vous en voulez faire une machine, qui ne serve qu'à cet usage, montez l'un ou l'autre sur un pied de bois tourné, garni par en-haut d'un fond & d'une virole de fer-blanc, dans laquelle vous attacherez le verre avec du mastic ou de la cire molle; la patte du pivot de l'aiguille, que vous placerez dedans, doit être de plomb, & un peu creuse en-dessous.

XIX. Leçon. *Pl. II. Fig. 8.* La machine représentée par la Figure 8. citée en marge, est un auget circulaire de cuivre, qui peut avoir neuf à dix lignes de largeur, sur cinq ou six de profondeur, & sa circonférence extérieure a quatre pouces & demi ou cinq pouces de diametre; il est posé sur trois petites consoles de même métal, qui sont soudées par en-bas à une virole garnie d'un fond sur lequel on pose le pivot qui doit porter l'aiguille, & le tout est monté sur un pied de telle matiere & de telle forme que l'on veut; vous pouvez le faire simplement de bois tourné, avec une patte comme celle d'un chandelier.

Com-

Comme l'auget reçoit un grand degré de chaleur par l'esprit-de-vin qu'on y enflamme, il ne faut point qu'il soit fait de plusieurs pieces soudées à l'étain; le mieux sera de le faire couler en cuivre sur un modele de bois, & de le façonner ensuite sur le tour.

Vous ferez bien encore de ne le point fixer aux trois consoles qui doivent le porter, il suffira qu'elles soient entaillées par en-haut comme *F*, pour le recevoir & le contenir; cela vous donnera la liberté de l'ôter pour le nettoyer plus commodément: voyez la *Fig.* 5.

Cinquieme Expérience.

Il suffira d'avoir des lames de fer, quand il ne s'agira que de faire voir comment la vertu magnétique se communique de la pierre à ce métal; mais si l'on veut l'y conserver longtemps, ce n'est point du fer doux qu'il faut prendre, c'est de l'acier bien trempé, qui ait la forme & les dimensions dont j'ai parlé, dans l'endroit des *Leçons de Physique*, qui est cité en marge.

XIX. Leçon. *Pl. II. Fig.* 9, 10 & 11.

Les lames d'acier qu'on unit ensem-

ble pour faire un aimant artificiel, doivent ſe toucher exactement de partout; ainſi il eſt néceſſaire de les forger & de les limer bien droites, d'adoucir leurs faces, & de prendre garde en les aſſemblant qu'il ne demeure aucun corps étranger entr'elles; leurs extrêmités doivent ſe trouver auſſi dans un même plan; c'eſt pourquoi, lorſqu'elles ſont aſſemblées pour la derniere fois, il eſt à propos d'uſer les deux bouts du faiſceau ſur une meule ou ſur une pierre à l'huile, jusqu'à ce qu'on n'y apperçoive plus aucune inégalité.

Quand on a bien dreſſé une lame d'acier à la lime, il arrive aſſez ſouvent qu'elle ſe déjette à la trempe, & cela arriveroit toujours, ſi l'une de ſes faces entroit dans l'eau avant l'autre; les ouvriers, pour tâcher d'éviter cet accident, plongent les lames debout le plus promptement qu'il eſt poſſible, & c'eſt une précaution qu'il faut imiter pour les aimants artificiels. S'il ne ſe trouve après la trempe qu'une légere courbure, on la corrige en ſerrant les lames les unes contre les autres, avec les bri-

des

des & avec les vis, qui lient le faisceau.

Les aiguilles ordinaires des petites bouſſoles ſe font d'une lame d'acier mince qu'on ne trempe point; on ſoude au milieu une petite maſſe de cuivre, & l'on perce le tout par-deſſous avec un foret qui fait le trou conique & fort évaſé; il faut même que le foret, au lieu d'être parfaitement pointu, ſoit un peu arrondi du bout, afin que la pointe du pivot ſe trouve plus libre au fond du trou. Cette partie qu'on nomme la *chape*, ſe lime enſuite en-dehors conformément à la cavité qu'on a faite avec le foret; on réſerve cependant deux petites aîlés ſituées à angles droits ſur la longueur de l'aiguille, afin que celle-ci balançant de côté ſur ſon pivot, ſoit retenue par le verre qui eſt au-deſſus. Quand la chape eſt formée, on fait l'aiguille, en lui donnant la forme d'une fleche, & on l'aimante de maniere que le dard ſe tourne du côté du nord. Quand les aiguilles ſont un peu grandes, il vaut mieux leur faire prendre la forme d'une lozange fort allongée, dont on fait revenir au

bleu (*a*) la moitié ou le bout qui doit ſe tourner au nord.

On doit mettre les aiguilles en équilibre avant de les aimanter, mais comme le magnétiſme fait pencher le bout du nord, ou il faut le tenir un peu plus léger en le limant, ou il faut le figurer de maniere qu'on en puiſſe couper une petite partie, après qu'on l'aura aimanté.

Sixieme Expérience.

XIX. Leçon. *Pl. IV. Fig.* 19, 20, 21, 22 & 23

L'EXPÉRIENCE de la direction de l'aimant, ſe fera d'une maniere plus complette & plus exacte, ſi vous vous ſervez d'une aiguille bien aimantée de cinq à ſix pouces de longueur, dont le pivot ſoit placé au centre d'une tablette circulaire de quelque matiere ſolide, dont la circonférence ſoit diviſée en trois cents ſoixante degrés, &

(*a*) On fait revenir à la couleur bleue l'acier trempé, en le recuiſant juſqu'à un certain degré, comme je l'ai dit en parlant de la trempe, *Tome I. pag.* 101; mais quand on veut qu'il ſoit d'un beau bleu tirant au violet, il faut que la piece, avant qu'on la mette au recuit, ſoit bien limée & bien polie à l'émeril fin.

& numérotée de dix en dix ou de cinq en cinq: vous l'orienterez de maniere que le diametre pris depuis zéro de la division, jusqu'au cent quatre-vingtieme degré, se trouve dans le plan du méridien du lieu. Vous tracerez donc une méridienne sur quelque plan fixe & horizontal, & vous y placerez votre cercle divisé avec l'aiguille aimantée au centre. Par ce moyen vous ferez observer non-seulement la direction en général, mais aussi la déclinaison particuliere de l'aimant, pour le lieu où vous serez. Pour avoir la méridienne dont il s'agit ici, il suffira que vous ayez un fil à-plomb élevé sur le plan horizontal où vous voudrez la tracer, & que vous marquiez deux points aux extrêmités de son ombre, dans l'instant où vous verrez qu'un bon cadran solaire marquera midi. Une ligne tracée de l'un de ces deux points à l'autre sera celle dont il est ici question. Si vous n'avez pas le cadran solaire sous les yeux, un observateur attentif vous fera connoître l'instant du midi par un coup de pistolet, ou par quelqu'autre signe équivalent.

A la suite de cette expérience, vous

pourrez diſpoſer autour d'un petit guéridon comme *P*, *Fig.* 6, cinq ou ſix petites conſoles de cuivre, portant chacune un pivot & une aiguille aimantée: vous verrez toutes ces aiguilles ſe diriger du même ſens, c'eſt-à-dire du nord au ſud, tant qu'elles ſeront libres; & ſi vous préſentez au milieu d'elles un aimant armé ou une verge de fer aimantée, tantôt par un pole tantôt par l'autre, vous verrez qu'elles lui préſenteront toujours un de leurs poles qui ſera différent de celui de l'aimant.

Ce que j'ai dit de la bouſſole ou compas de mer à la ſuite de l'expérience précédente, vous ſuffira, ſi vous voulez la conſtruire: j'ajouterai ſeulement quelques obſervations que voici.

Rien n'eſt meilleur pour contenir la *roſe* ou *roſette* bien droite, que le talk dont j'ai fait mention; le véritable, celui qu'on nomme talk *de Veniſe*, mérite la préférence; mais à ſon défaut, vous pourrez vous ſervir de ce gyps tranſparent qu'on trouve dans les carrieres à plâtre, & qui ſe leve par feuilles: il n'eſt pas néceſſaire qu'il

ſoit

ſoit tout d'une piece ſous le papier qui porte les diviſions, vous pouvez coller pluſieurs morceaux à côté les uns des autres, en obſervant ſeulement que l'épaiſſeur ſoit à-peu-près égale par-tout, afin que la roſe ne panche pas plus d'un côté que de l'autre.

J'ai dit dans les *Leçons de Phyſique*, que la roſette pouvoit avoir huit à dix pouces de diametre, il vaudra mieux qu'elle n'en ait que ſix; parce que quand les aiguilles excedent cette longueur, elles ſont ſujettes à avoir entre les deux poles de leurs extrêmités, d'autres poles intermédiaires, qui peuvent nuire à leur direction, ou diminuer la vertu qui les dirige.

L'aiguille ſera une lame d'acier trempée, d'une demi-ligne d'épaiſſeur, ſur quatre à cinq lignes de largeur, & figurée comme *G H*, *Fig*. 7. La chape *K* ſera de cuivre, creuſée en cône, comme je l'ai dit ci-deſſus; après le foret, vous ferez bien de polir & de durcir le fond du trou avec un poinçon d'acier un peu mouſſe, ſur lequel vous frapperez à petits coups, après avoir poſé la piece à la renverſe ſur

un enclumeau : aſſez ſouvent on fait le fond de la chape d'agate ou de verre, pour donner plus de mobilité à la roſette ; mais elle en aura aſſez ſi elle eſt bien faite en cuivre, qu'elle ſoit enduite en dedans avec une petite goutte d'huile, & que le pivot ſoit fait avec ſoin. Vous percerez la roſette au centre pour faire paſſer la chape de l'aiguille, & vous retiendrez celle-ci en place, avec deux petites bandes de papier que vous ferez paſſer par-deſſus, & dont vous collerez les deux bouts ſur le talk.

Quoique le pivot ſe faſſe communément d'acier, il eſt plus à propos de le faire en cuivre, mais il faut avoir ſoin de le bien battre à froid avant de le limer, afin de le rendre dur & roide ; ſa pointe doit être fine & bien ronde, mais elle ne doit point être priſe de loin. Vous prendrez donc pour cela un fil de laiton non pailleux, qui ait au moins une ligne de diametre, & vous le laiſſerez de toute ſa groſſeur juſqu'à cinq ou ſix lignes près de ſa pointe. Vous ne placerez point le pivot au fond de la cuvette hémiſphérique, ni même ſur le plomb qui

lui sert de leste, mais sur une traverse de cuivre que vous attacherez avec deux vis, dix-huit ou vingt lignes au-dessous du bord; ayant attention que ce pivot se trouve bien droit dans l'axe de l'hémisphere, & qu'il puisse s'élever ou s'abaisser, pour porter la rosette à la hauteur convenable: pour cet effet, vous formerez des filets de vis sur sept à huit lignes de sa longueur par en-bas, & vous tarauderez le trou de la traverse; vous aurez par-dessous un contre-écrou, qui achevera de le fixer, quand vous l'aurez mis à la hauteur qu'il doit avoir.

Vous ferez préparer la cuvette hémisphérique par le Chaudronnier, ou par le Ferblantier, qui saura emboutir du cuivre: vous lui donnerez un demi-pouce de diametre de plus qu'à la rosette, & vous en doublerez le bord intérieurement, avec un cercle de même métal, large de quatre ou cinq lignes, que vous tournerez auparavant, & que vous y souderez à l'étain; ce cercle, en donnant plus d'épaisseur au bord de la cuvette, le mettra en état de recevoir les deux tourillons diamétralement opposés, qu'il faut

faut y river: ces tourillons doivent être de cuivre. Ils ne tiennent point immédiatemeut à la cuvette, mais à deux ponts qui y ſont attachés avec des vis, & dans leſquelles on fait entrer deux pinules qui s'élevent d'environ deux pouces au-deſſus des bords de la cuvette.

La cuvette avec la roſe qu'elle contient, ſera couverte d'un verre plan & circulaire, ſur lequel vous tracerez avec le diamant du Vitrier, deux lignes diamétrales qui ſe coupent à angles droits; & vous l'attacherez avec de la cire molle ou du maſtic à vîtres, dans un cercle de cuivre tourné, qui entrera dans le bord de la cuvette avec frottement. Ce verre étant en place, il faut que la chape de la roſette n'en ſoit éloignée que d'une ligne tout au plus.

Le reſte de la ſuſpenſion eſt ſuffiſamment décrit dans les *Leçons de Phyſique*, à l'endroit cité ci-deſſus; je dois ajouter ſeulement que les deux entailles qui reçoivent les deux tourillons de la zône circulaire, ſont garnis de lames de cuivre entaillées elles-mêmes, pour rendre le mouvement plus facile.

Les

Les pinules dont j'ai parlé ci-dessus, sont deux lames de cuivre de douze à treize lignes de largeur: l'une est refendue d'un trait de scie de haut en bas au milieu de sa largeur, l'autre est ouverte aussi de haut en bas, par une fenêtre de six à sept lignes de largeur, au milieu de laquelle on a tendu un fil de soie très-fin. Ce fil doit être parallele à la fente de la premiere pinule, & l'un & l'autre doivent être opposés diamétralement, & paralléle-ment à la ligne que l'on conçoit être dans l'axe des tourillons de la cuvette: toutes les fois que vous remettrez le verre de la boussole en place, ayez bien soin que l'une des deux lignes tracées sur sa surface, aboutisse exactement au milieu des deux pinules, car c'est de cette ligne que l'on compte les degrés de déclinaison.

La boîte de bois, qui contient la boussole, est quarrée, garnie de deux portants, & d'un couvercle qui s'enleve entiérement, & qui entre dessus comme celui d'une tabatiere; & dans tout cela, il ne faut pas qu'il y ait aucune partie en fer ni en acier.

Quand il ne s'agit que de répéter des

des expériences déja connues, les aiguilles dont j'ai parlé jusqu'à présent peuvent suffire, mais si vous aviez dessein de faire des observations exactes & suivies, sur la déclinaison de l'aimant & sur ses variations, il faudroit y apporter plus de soin & de précautions: je ne puis rapporter ici tout ce qui a été fait par ceux qui se sont appliqués particuliérement à cette partie de la Physique; mais je vais vous faire part en peu de mots de ce que j'ai vu en 1736, chez feu M. de Muschenbroek, qui a tant travaillé sur cette matiere.

Il avoit dans le milieu de son jardin une plate-forme de pierre dure, isolée & élevée de quatre pieds sur un massif de maçonnerie; il y avoit tracé avec beaucoup de soin une méridienne horizontale, & c'étoit-là qu'il alloit observer plusieurs fois dans la journée la déclinaison de l'aiguille aimantée, avec un instrument construit de la maniere suivante.

Une lame d'acier trempé *L l*, *Fig.* 8, garnie d'une chape au milieu de sa longueur, qui étoit de six pouces, portoit à ses extrêmités deux portions de

de cercle de laiton bien mince, *KLM*, *klm*, attachées avec des petites vis, de sorte que cette eſpece d'aiguille étant bien aimantée, ſes deux parties *OLKM*, *olkm*, étoient en équilibre de tout point, & tournoient avec une grande liberté, ſur un pivot de cuivre implanté au centre d'un baſſin circulaire de cuivre, au bord duquel étoit ſoudé en dedans un cercle plat de même métal & diviſé en trois cents ſoixante degrés par quatre fois quatre-vingt-dix.

Les deux limbes *LKM*, *lkm*, raſoient en tournant le bord intérieur de ce cercle; & ſur le bord extérieur de l'un des arcs *KM*, il y avoit une diviſion de ſoixante parties égales entr'elles, & qui répondoit à ſoixante & un degrés du cercle fixé au bord du baſſin: le tout étoit couvert d'un verre blanc attaché à un cercle de cuivre qui emboîtoit le bord ſupérieur du baſſin: par la différence d' $\frac{1}{60}$ entre les deux diviſions, non-ſeulement on pouvoit compter les degrés de déclinaiſon, mais encore eſtimer à-peu-près le nombre des minutes.

Sur le contour extérieur du baſſin, l'on

l'on avoit tracé deux lignes diamétralement opposées, qui descendoient du bord supérieur jusqu'à la base. L'une de ces deux lignes venant à-plomb du premier point de division d'un des quarts de cercle, servoit avec l'autre à placer le diametre de la boussole exactement dans le plan du méridien du lieu: car il suffisoit pour celà que ces deux lignes répondissent à celle qui étoit tracée sur la pierre. M. Muschenbroek avoit bien pensé à fixer cet instrument sur la pierre même, en prenant la précaution de le couvrir, pour le garantir des injures du temps; mais il aimoit mieux qu'on pût l'agiter un peu avant l'observation; parce qu'il avoit remarqué que ces petits mouvements aidoient quelquefois la vertu magnétique à diriger l'aiguille au vrai lieu de sa déclinaison; ce qui s'appercevoit, disoit-il, par une situation de l'aiguille un peu différente de celle qu'elle avoit après un long repos.

Septieme Expérience.

XIX. LEÇON. *Pl. IV. Fig.* 23.

L'INSTRUMENT dont il s'agit ici, est suffisamment expliqué dans l'endroit

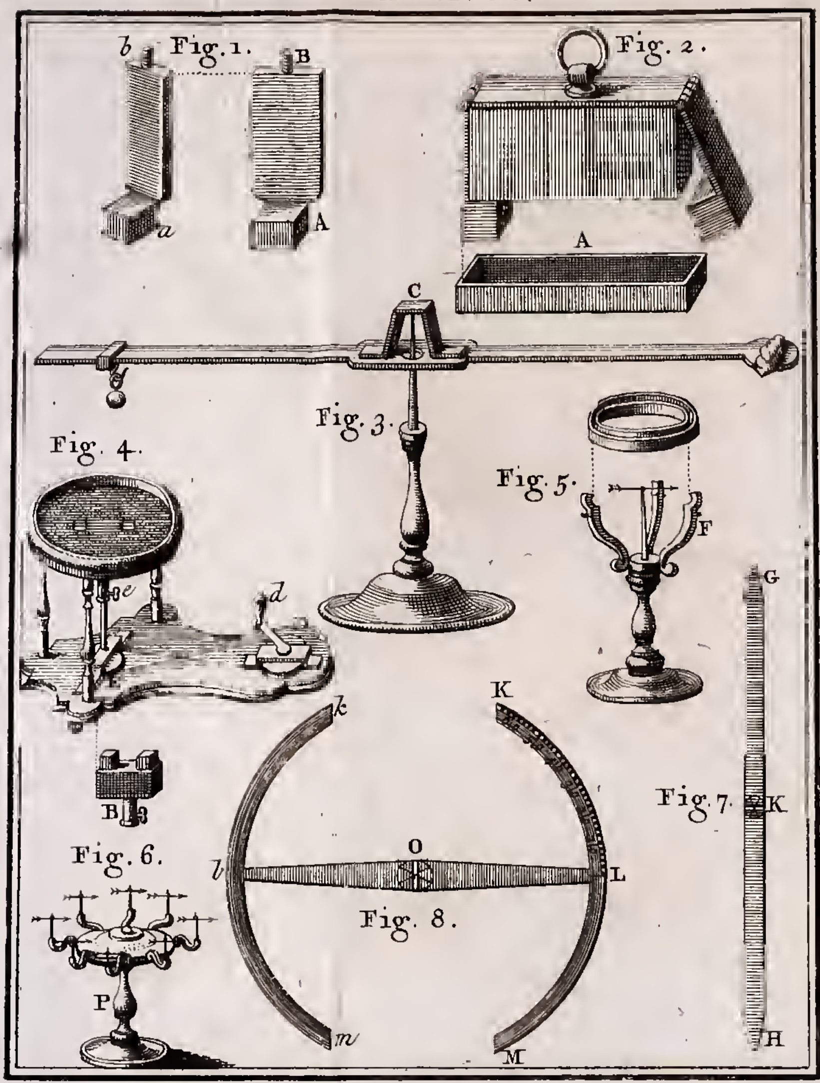
droit cité en marge: vous pourrez aiſément l'exécuter d'après la figure que j'ai fait graver, en obſervant comme choſes eſſentielles: 1o. qu'il n'y ait de fer ou d'acier que l'aiguille, qui peut avoir quatre pouces ou environ depuis ſon axe (que vous ferez fort menu) juſqu'à ſa pointe; une demi-ligne d'épaiſſeur, & quatre lignes dans ſa plus grande largeur. 2°. Qu'une ligne tirée du centre de ſon mouvement au commencement de la diviſion du limbe, faſſe un angle droit avec le fil à-plomb. 3°. Que la fourchette ſoit aſſez longue, pour laiſſer l'aiguille s'incliner, au moins juſqu'au ſoixantieme degré. 4°. Que quand vous ferez uſage de cet inſtrument, la longueur de l'aiguille ſe trouve à-peu-près dans le plan du méridien magnétique. Il ſuffira d'aimanter l'aiguille depuis ſon axe juſqu'à ſa pointe.

Huitieme, neuvieme & dixieme Expériences.

CES quatre dernieres expériences n'ont pas beſoin d'explications plus amples que celles que j'ai données dans les XIX. Leçon. *Pl.* V. *Fig* 24, 26 & 27.

les *Leçons de Physique* : vous n'avez qu'à suivre de point en point ce que j'y ai prescrit, vous aurez infailliblement les effets que j'ai annoncés.

A la suite de la huitieme, vous pourrez couvrir d'un large carreau de vître, ou d'un carton mince & lisse, successivement des lames de fer aimantées, de différentes formes & longueurs; d'autres fois en mettre plusieurs ensemble à quelque distance les unes des autres, & dans différentes situations : faire tomber de haut de la limaille de fer par-dessus, pour avoir lieu de faire remarquer par l'arrangement de cette limaille, les divers mouvements de la matiere magnétique, le nombre & la position de ses tourbillons, &c. &c. Vous aurez soin que ces carreaux de verre soient nets & secs; mais comme ils pourroient se trouver électriques, s'ils étoient récemment frottés, il faudra les nettoyer & les essuyer, quelque temps avant de vous en servir pour les expériences dont il s'agit ici, de peur que l'électricité ne cause quelque changement ou quelque altération aux effets du magnétisme.


Fig. 1.
b
B
a
A
Fig. 2.
A
C
Fig. 3.
Fig. 4.
e
d
B
Fig. 5.
F
Fig. 6.
P
k
K
O
l
L
Fig. 8.
m
M
G
Fig. 7.
K
H

AVIS

Concernant la VINGTIEME LEÇON.

Premiere & seconde Expériences.

IL s'agit ici de frotter du verre, qui a la forme d'un tube ou celle d'un globe creux : j'ai donné sur cela une ample instruction dans la premiere Partie de mon *Essai sur l'Electricité des Corps* : ce petit ouvrage se trouve aisément, & s'acquiert à peu de frais, je présume que ceux qui me feront l'honneur de suivre mes *Leçons de Physique*, en feront munis ; & par ces raisons, je crois devoir me dispenser de répéter ce que j'y ai dit sur ce sujet ; je vais seulement ajouter par forme de supplément, ce que j'ai appris depuis ou par ma propre expérience ou par celle des autres, quelques menus détails de construction en faveur des personnes qui manqueroient d'ouvriers capables, ou qui voudroient exécuter elles-mêmes ; & enfin quelques moyens de simplifier les machines, pour diminuer la dé-

XX. LEÇON. I. Sect. Art. I. *Pl. I. Fig.* 1. & 2.

Eſſai ſur l'Electricité des Corps, premiere Partie. *Pl. I. Fig.* 2. 3, 4 & 5.

dépenſe, & pour s'accommoder à ce que d'autres circonſtances pourroient exiger. Je ſuppoſe donc que le Lecteur a ſous les yeux l'endroit & les figures citées en marge, & j'ajoute ce qui ſuit.

LORSQUE vous frotterez un tube pour l'électriſer, ſi votre main, parce qu'elle ſeroit humide, vous obligeoit de mettre entr'elle & le verre quelque corps étranger, au lieu d'une ſimple feuille de papier gris, je vous conſeille d'interpoſer un morceau de taffetas ciré tel qu'on en trouve tout préparé chez les Marchands Merciers, & de le frotter légérement avec de la craie ou du tripoli en poudre, du côté que vous appliquerez ſur le verre; par ce moyen-là vous aurez l'électricité plus forte même qu'avec la main nue, quelque ſeche qu'elle fût. Au défaut de taffetas, vous tirerez encore un aſſez bon parti du papier gris, en le frottant avec de la cire de bougie du côté qui touche la main: la peau de chien dont on fait des gants à Strasbourg, cirée du côté de la main, & frottée avec du tripoli ou de la craie par l'endroit qui touche le verre,

re, produira encore un aſſez bon effet: ces ſortes de frottoirs me réuſſiſſent mieux avec les tubes qu'avec les globes.

Si vous êtes obligé de faire votre globe d'électricité, avec un ballon qui n'ait qu'un goulot, au lieu de maſtiquer ſimplement une calotte de bois ſur la partie oppoſée à la poulie, je vous conſeille, pour plus grande ſûreté, d'y faire percer ou d'y percer vous-même (*a*) un trou de ſept à huit lignes de diametre, pour recevoir une eſpece de tenon, que vous réſerverez au centre de la calotte; alors le maſtic le plus doux, la cire molle ſeulement, ſuffira pour la retenir ſur le verre, & pour l'empêcher de ſe déranger; & le verre ne ſera plus ſujet à ſe caſſer, en ſe refroidiſſant, comme il arrive ſouvent quand le maſtic eſt dur.

Au lieu de finir cette calotte & la poulie, avant de les attacher au verre, ne faites que les dégroſſir, & quand le maſtic ſera tout-à-fait refroidi, vous remettrez le globe ſur le tour, ayant ſoin

(*a*) J'ai enſeigné la maniere de percer le verre, *Tom. I. pag.* 188.

ſoin de le bien centrer, principalement à l'endroit de ſon équateur, & alors vous acheverez de tourner les pieces de bois, ſur ces nouveaux centres. Cette derniere façon doit ſe donner, comme on dit, à petit fer, c'eſt-à-dire, en faiſant mordre l'outil peu à la fois, de crainte de faire ſauter la piece hors des pointes, ou de caſſer le verre, par des ſecouſſes trop rudes.

La machine de rotation, telle que je l'ai décrite, tient beaucoup de place, elle ne ſe tranſporte pas aiſément, & quand elle eſt garnie de ſa ferrure, c'eſt un objet de vingt-cinq piſtoles pour le moins: je ſais qu'on en fait de plus petites & à moins de frais; mais comme j'ai articulé les raiſons qui m'ont déterminé à la conſtruire ainſi, le Lecteur jugera ſi elles doivent l'emporter ou non ſur les avantages qui pourroient réſulter d'une autre conſtruction.

Au lieu de faire la machine d'un ſeul aſſemblage, vous pouvez, pour la rendre plus facile à déplacer, conſtruire à part, la partie antérieure qui eſt plus baſſe que le reſte, & ſur laquelle le globe eſt poſé, & la joindre

aux

aux montants du grand chaſſis, par des tenons plats que vous retiendrez avec des broches de fer. Il n'en coûtera pour cela que deux traverſes & deux montants, pour contenir l'aſſemblage de cette partie ſéparable ; & vous pourrez les faire de moitié moins épais que les autres. Quelque parti que vous preniez ſur cela, il faudra toujours que la cage de la grande roue ſoit faite avant elle, parce qu'elle fournira les moyens de la conſtruire plus facilement & plus correctement.

Vous pourrez orner le deſſus du chaſſis par des plates-bandes de ſix à ſept lignes d'épaiſſeur, coupées en onglets, avec un quart de rond ſur le bord extérieur; elles ſeront priſes ſous les deux ſocles qui doivent porter l'axe de la roue; & du reſte, elles ſeront attachées avec quelques chevilles collées.

Le Menuiſier aidé par un Tourneur fera une roue de quatre pieds de diamètre, qu'il centrera ſur un axe de fer que lui fournira le Serrurier avec une manivelle d'un pied de rayon: s'il eſt habile ouvrier, il ſaura comment s'y prendre; s'il a beſoin de guide, qu'il

ſe conforme aux inſtructions ſuivantes.

La partie de l'axe qui eſt entre les deux tourillons, doit être quarrée; qu'il la faſſe entrer à force dans un tronçon de bois de noyer, ou d'orme, qui ait ſix à ſept pouces de diametre, & qui ſoit un peu plus long que le chaſſis de la roue n'eſt large intérieurement; que le Tourneur ayant bien centré entre deux pointes, le fer chargé de ce bois, arrondiſſe & adouciſſe les tourillons de part & d'autre; qu'il tourne enſuite la piece de bois en forme de moyeu, réſervant ſur le milieu une zone large de deux pouces, qui ſera enſuite taillée à huit pans; & qu'il coupe les deux bouts de maniere qu'ils entrent aiſément, mais juſte, entre les deux ſocles.

Quand cette piece ſera ſortie des mains du Tourneur, il faudra former à la lime au bout de chaque tourillon, un quarré pour recevoir l'œil de la manivelle, & après cela un bout de vis ſur laquelle on mettra un écrou taillé à pans. Le manche de la manivelle doit être cylindrique, & tourner librement ſur un boulon de fer bien arrondi, ſolidement rivé; il eſt à pro-

pos

pos qu'on puiſſe l'ôter de temps en temps pour graiſſer le fer ſur lequel il eſt enfilé ; pour cet effet, celui-ci ſera terminé par un petit quarré, ſur lequel vous mettrez une roſette de cuivre ; ajoutez une vis avec un écrou.

J'ai déja dit que la roue doit avoir environ quatre pieds de diametre ; en lui donnant trois pouces de largeur, vous ſaurez au juſte la diſtance de ſa circonférence intérieure au moyeu, pour régler la longueur des rais, qui ſeront au nombre de huit, & tournés en forme de baluſtres, avec un fort tenon à chaque bout.

Le Menuiſier placera les rais ſur les pans du moyeu, & avant de les y coller, il mettra l'axe ſur les ſocles : en le faiſant tourner doucement, il examinera ſi les tenons qui doivent entrer dans la roue, ſe trouvent dans un même plan, & ſi les portées qui ſont au deſſous d'eux, ſont dans une même circonférence de cercle ; cela étant fait, il préparera la roue.

Il la formera de quatre jantes, qui puiſſent avoir environ deux pouces d'épaiſſeur étant finies ; il faut qu'il choiſiſſe pour cela quelque bois ferme

& sans nœuds, comme le noyer, le chêne, le hêtre, &c. qu'il le corroye, qu'il l'arrondisse suivant un calibre tracé au compas, en tenant la circonférence intérieure, un peu plus étroite que ne l'exige la longueur des rais; qu'il réserve à deux de ces jantes des tenons plats, un à chaque bout, qui ait le tiers de l'épaisseur totale de la piece, & qui en ait toute la largeur. Les deux autres jantes seront refendues par chaque bout en fourchette, pour recevoir ces tenons, avec deux chevilles qui les tireront en joint.

Cet assemblage étant fait & non arrêté, le Menuisier posera sa roue à plat sur un plan bien droit, pour examiner si elle le touche de toutes parts, pour régler par un dernier trait de compas la circonférence intérieure, & mettre la face circulaire bien d'équerre avec les deux côtés, que je suppose paralleles entr'eux. Après cela, il marquera les places des trous pour les tenons, en présentant l'assemblage des rais, & il les percera sur un trait fait avec le trusquin au milieu de la face circulaire, ayant attention

que les joints des jantes ſe trouvent toujours au milieu de l'eſpace entre deux : tout étant ainſi préparé, il n'y aura plus qu'à affleurer les jantes, les repairer & les replacer l'une après l'autre, en collant les tenons, & en chevillant ceux de la roue.

Quand la roue ſera en cet état, il faudra tourner ſa circonférence extérieure, & y creuſer une gorge angulaire ; on pourra même donner quelque façon aux deux côtés, & le tout ſe fera facilement, quand on aura arrêté l'axe de la roue dans les coquilles ; il ſuffira d'établir un ſupport ſolide au bout du chaſſis, & de faire tourner les manivelles d'une maniere modérée & uniforme.

Le Menuiſier, en conſtruiſant la tablette chantournée ſur laquelle ſe poſe le banc des poupées, aura ſoin de laiſſer au moins neuf lignes d'épaiſſeur au bois, d'en mettre le fil comme il eſt repréſenté par les hachures du Graveur, & de l'emboîter par les deux bouts. Les deux tringles qui ſervent à guider le banc, ſeront non-ſeulement collées, mais encore attachées avec pluſieurs vis en bois à têtes noyées.

 Vous

Vous aurez ſoin que les poupées ſoient faites d'un bois ferme, comme de noyer ou de chêne; qu'elles ayent au moins deux pouces & demi d'épaiſſeur par le haut; & que chacune d'elles ait à ſa baſe un talon en dehors pour ſoutenir le devers: que celle qui eſt fixe ſoit aſſemblée à fourchette, collée & chevillée: que l'autre ait une languette en-deſſous pour la guider dans ſa rainure, & que la vis qui lui ſert de queue, ſoit arrêtée dans le bois par une cheville de fer. Il eſt encore à propos que l'écrou à oreilles qui eſt ſur cette vis, pouſſe devant lui une forte rondelle de fer; ainſi que celui qui ſert à arrêter le banc ſur la table chantournée.

J'ai dit qu'il falloit que la corde ſans fin fût de boyau, ſi cela étoit poſſible; cependant, je me trouve mieux de celles qui ſont de chanvre & à double tors, ou de celles qu'on fait avec de la ſoie pour les pendules; elles ſont un peu plus groſſes, & ſont moins ſujettes à gliſſer dans les gorges des poulies; mais de quelque matiere que ſoit la corde, il faut avoir ſoin de joindre les deux bouts, de façon qu'ils

ne

ne puissent pas se lâcher, & qu'à l'endroit de cette jonction sa grosseur ne soit pas plus forte qu'ailleurs. Vous remplirez ces deux objets en ouvrant les deux bouts de la corde sur une longueur de trois ou quatre pouces, en diminuant la grosseur des brins vers la pointe, en les entrelaçant de part & d'autre, en les serrant avec du gros fil ciré, que vous ferez tourner autour, & en faisant traverser fréquemment ce même fil avec une aiguille à coudre.

S'il vous manque un ouvrier capable d'exécuter une machine de rotation, telle que je viens de la décrire, ou que vous vouliez vous la procurer avec moins de dépense, en voici une que vous pourrez faire construire partout, pourvu qu'il y ait seulement un Charpentier & un Serrurier.

Prenez deux planches, épaisses d'un bon pouce & larges de quatre; entaillez-les à demi-épaisseur au milieu de leurs longueurs, pour les assembler en croix, comme *A*, *A*, *A*, *A*, *Pl. XIX. Fig.* 1; faites au centre un trou, dans lequel vous ferez entrer à force un arbre de fer, dont la partie du

milieu *B B* ſoit quarrée; les deux parties *B C*, *B C*, arrondies comme des cylindres, de trois pouces & demi de longueur, ſur dix à onze lignes de diametre, & les deux bouts équarris pour recevoir les manivelles; comme à la machine précédente. Des deux côtés de la croix, faites entrer ſur le même axe deux demi-eſſieux, comme *D*, & faites tenir le tout enſemble avec quatre chevilles collées. Faites tourner doucement la croix ſur ſon axe, vis-à-vis de quelque ſupport, où vous préſenterez une pointe ou un crayon, pour voir ſi elle eſt dans un plan perpendiculaire à cet axe, & pour régler la longueur des croiſillons, aux bouts deſquels vous ferez des tenons plats, qui auront le tiers de l'épaiſſeur du bois, & dix-huit lignes de longueur.

Vous préparerez quatre jantes *E*, *E*, *E*, *E*, avec du bois de dix-huit à vingt lignes d'épaiſſeur; & pour les mettre en joint avec plus de facilité, au lieu de réſerver des tenons, vous les refendrez toutes quatre en fourchettes par les deux bouts, pour y rapporter des languettes, en obſervant de met-

mettre le fil du bois ſuivant leurs longueurs *fg*, par exemple: la mortaiſe étant faite au milieu de chaque jante, vous aſſemblerez le tout, & vous mettrez les chevilles ; vous tournerez la circonférence extérieure, & vous creuſerez la gorge quand la roue ſera montée ſur ſon bâtis, comme je l'ai enſeigné ci-deſſus; & ſi elle ſe trouve trop légere par la nature du bois, ou par défaut d'épaiſſeur, vous pourrez la charger en dedans de quelque ornement de plomb comme *h*, &c. que vous ferez fondre ſur un modele en bois, dans un moule de plâtre. (*a*)

Pour monter cette roue, vous prendrez du bois de trois pouces & demi d'équarriſſage, vous en formerez un chaſſis d'environ ſept pieds de longueur, ſur neuf pouces de largeur intérieurement ; il ſera compoſé de deux jumelles paralleles *II*, & ſa pareille, & de deux traverſes *K*, *k*, qui excéderont de quatre pouces de part & d'autre, pour donner de l'empattement: à deux pieds de diſtance du bout du chaſſis, vous éleverez verti-

ca-

(*a*) J'ai enſeigné la maniere de couler des pieces en plomb, *Tome I. pag.* 115.

calement deux montants comme *L l*, ouverts par en-haut en forme de fourchettes, pour porter l'axe de la roue à trois pieds un quart au-dessus du sol, & vous les appuyerez par derriere avec des arcboutants, comme *M m*.

A l'autre bout du chassis, vous établirez la table qui doit porter le banc des poupées, sur un bâtis de treize pouces de hauteur, composé de quatre piliers *N n*, *O o*, & autant de traverses, savoir *P* & sa pareille, & deux autres qui joindront ensemble *N n*, & *O o*. Ces deux derniers piliers que vous tiendrez de trois pouces plus longs que ceux du devant, communiqueront avec les deux montants, *L l*, &c. par deux pieces *Q q*, paralleles au chassis; & par cette construction, la machine sera solide, & elle aura un poids suffisant pour n'être point dérangée par les efforts de ceux qui feront tourner la roue.

Une barre ou une tringle de métal quelconque, un tuyau de fer-blanc ou de carton couvert de papier doré ou argenté, &c. tout cela est bon à faire des conducteurs d'Electricité, pourvu qu'ils soient isolés, n'importe com-

ment:

ment : cependant, quand on a une ſuite d'expériences à faire, ou quand on eſt obligé de répéter ſouvent les mêmes, il eſt bon d'être muni des inſtruments les plus commodes, & qui exigent le moins de tems pour les mettre en uſage.

Il convient d'avoir, par exemple, une couple de ſupports, qu'on puiſſe approcher ou éloigner l'un de l'autre autant qu'on le veut, pour ſoutenir des conducteurs de différentes longueurs, & qu'on puiſſe hauſſer & baiſſer à volonté, pour mettre les corps qu'on veut électriſer à la diſtance la plus convenable du globe: voici comment les miens ſont conſtruits.

A, *Fig.* 2. eſt une tige de bois quarrée, qui a vingt-huit pouces de longueur, & dont chaque face, d'un bout à l'autre, a dix lignes de largeur; elle eſt aſſemblée dans une traverſe *B B*, longue de ſeize pouces, plus épaiſſe au milieu que vers ſes extrêmités, où ſont deux conſoles de neuf à dix pouces de hauteur, & qui s'élevent en s'écartant l'une de l'autre, pour porter une ganſe de ſoie qui eſt bien tendue.

La tige quarrée gliſſe dans un pilier creux *C D*, qui, avec le plateau tourné ſur lequel il eſt monté, peut avoir trois pieds & quelques pouces de hauteur; il y a en *C*, une vis de bois avec laquelle on arrête la tige à telle hauteur que l'on veut. Il eſt bon que le plateau ait trois boutons plats endeſſous, afin qu'il poſe toujours fermement; ou bien on peut le ſupprimer, & y ſubſtituer trois conſoles aſſemblées dans une noix qu'on réſerve au bas du pilier.

Pour faire ce pilier creux, le Menuiſier corroye deux pieces de bois qui puiſſent ſe coller à plat-joint l'une ſur l'autre, & il creuſe dans chacune d'elles avec le *guillaume*, la moitié de la place de la tige; après quoi il les colle, ayant ſoin de faire paſſer un tampon de filaſſe, ou quelque choſe d'équivalent d'un bout à l'autre pour enlever les bavures de la colle, tandis qu'elle eſt encore chaude: le lendemain il arrondit la piece extérieurement; il met dans les deux bouts, des tampons qu'on puiſſe ôter; & le Tourneur fait le reſte. Il eſt à propos de mettre une virole au-deſſus de la vis

de

de preſſion ; le bout d'en bas eſt contenu par ſon aſſemblage dans le plateau.

Ces piliers creux reçoivent divers ſupports ſuivant le beſoin ; ſi, par exemple, le conducteur qu'on veut électriſer n'eſt pas bien long, un ſeul ſuffira, s'il eſt fait comme celui qui eſt repréſenté à la lettre *E* ; la tige quarrée porte une croix ſurmontée de quatre piliers, avec deux cordons de ſoie tendus, ſur leſquels on iſole le corps qu'on veut électriſer. A la lettre *F*, on voit un autre ſupport en forme de potence ; à la lettre *G*, on voit un autre inſtrument qui eſt une eſpece de pince compoſée de deux petites planches jointes par en-bas, que l'on peut ſerrer l'une contre l'autre par en-haut, par le moyen d'une vis.

Pour conducteur, je me ſers communément d'une verge de fer doux, *H h*, *Fig.* 3, longue d'environ ſix pieds, & polie : elle eſt ronde dans toute ſa longueur, hors la partie *H*, qui a ſept à huit pouces, & qui eſt applatie, afin qu'étant poſée ſur le cordon de ſoie du ſupport, elle empêche le conducteur de tourner, ce qui

qui feroit fouvent fort incommode: je communique l'électricité à cette verge de fer par un tuyau de fer-blanc *I*, coudé en équerre, & que j'allonge autant que je veux, par d'autres bouts de tuyaux femblables, *K*, *L*, qui entrent à frottement les uns dans les autres; le dernier eft évafé en entonnoir par le bout, & garni tout autour de petits fils de laiton accrochés dans des trous, & qui pendent librement.

Quand je veux changer la forme de mon conducteur par l'autre bout, j'y mets un tuyau de fer-blanc *M*, qui a cinq à fix pouces de longueur, & que je ne fais entrer qu'à moitié; dans le reftant, je place des boulons de fer terminés de telle maniere que je veux, arrondis & renflés comme *N*, coupés droit comme *O*, quarrés comme *P*, pointus comme *Q*, garnis d'un crochet comme *R*, d'une poire creufe comme *S*, d'un cercle avec des fils comme *T*, & généralement tout ce qu'il me vient en penfée d'éprouver.

Troisieme, quatrieme & cinquieme Expériences.

Le matras à deux goulots, de la troisieme expérience, doit être de verre blanc & mince: recommandez qu'il n'ait qu'environ trois pouces de diametre, sur quatre à cinq pouces de longueur entre les deux goulots; faites passer le gros fil de fer au travers d'un bouchon de liege enfoncé dans l'un des goulots, de maniere qu'il reste au-dessus de ce bouchon, un vuide que vous remplirez de mastic. Appliquez-le par son robinet à la machine pneumatique, & faites le vuide le plus parfaitement que vous pourrez; fermez bien le robinet, & attachez ce vaisseau par le crochet du fil de fer, au bout du conducteur, garni de la piece *N* ou *R*.

XX. Leçon. I. Sect. Art. I. *Pl. I. Fig.* 2, & *Pl. II. Fig.* 3.

S'il vous manque un vaisseau à deux goulots, vous prendrez un matras ordinaire, dont vous couperez le col à quinze ou dix-huit lignes près de sa naissance; vous y mastiquerez une virole avec un fond taraudé, pour recevoir un robinet dont la vis sera prolongée par un bout de tuyau qui s'avancera vers le milieu du matras, & qui

qui ſera terminé par une pointe mouſſe: vous préparerez un bouchon à vis garni d'un crochet; & quand vous aurez fait le vuide, vous le joindrez au robinet, pour accrocher la piece au conducteur.

Pour la quatrieme expérience, le bout du conducteur tel qu'il eſt, ſuffira; ſinon joignez-y la piece *N*. Il faut que la chandelle ait une groſſe mêche, que le lumignon ne ſoit pas mouché trop court, & qu'elle ſoit très-nouvellement éteinte.

Pour la cinquieme expérience, mettez à l'extrêmité *H* du conducteur, un tuyau en équerre ſemblable à *I*, & joignez la piece *N*, à la partie deſcendante.

Sixieme, ſeptieme & huitieme Expériences.

XX. LEÇON. I. Sect. Art. I. *Pl. I. Fig.* 1. *H.*

Vous ferez les eſſais propoſés dans la ſixieme expérience, avec des bougies de cire commune, & avec des bâtons de cire à cacheter que vous ferez faire d'une groſſeur convenable, pour ſe joindre, par le moyen d'un tuyau de fer-blanc, à l'extrêmité du conducteur, vers *H*: vous pourrez auſſi

auſſi vous procurer des bâtons de ſoufre, en les moulant dans un tuyau de carton mince, que vous détacherez enſuite en le mouillant; vous aurez ſoin que ces différents bâtons n'ayent pas moins d'un pied de longueur, & vous les éprouverez par leur extrêmité la plus reculée du conducteur.

La ſeptieme expérience ſe fera mieux ſi le vaſe de verre qui porte les plaques de cire, de réſine, &c. n'a point de fond, & qu'il ſoit placé ſur une table de bois, ou ſur une plaque de métal. Vous pourrez employer à cela quelque récipient caſſé en ſa partie ſupérieure, en dreſſant les bords; ou bien vous ſoutiendrez ſeulement vos plaques avec quelque ſupport, à cinq ou ſix pouces au-deſſus des feuilles de métal.

Neuvieme Expérience.

Vous ferez cette expérience avec un thermometre de mercure bien purgé d'air, afin que l'électricité s'annonce par un trait de lumiere dans la partie du tuyau qui ſera vuide.

Pre-

Premiere & seconde Expériences.

XX. LEÇON. I. Sect. Art. II.

JE n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit touchant la manipulation de ces deux expériences ; je vous recommande seulement de lire avec attention, & plus d'une fois, les observations que j'ai mises à la suite.

Troisieme Expérience.

XX. LEÇON. I. Sect. Art. II. *Pl. II. Fig.* 4.

POUR faire les trois tablettes dont j'ai fait mention dans la *préparation* de cette expérience, le Ferblantier choisira trois feuilles de fer du grand modele & des plus fortes : il relevera un rebord tout autour à la hauteur de trois ou quatre lignes, & il assemblera ces trois pieces par des tuyaux gros comme le doigt, soudés aux angles ; il soudera deux fortes attaches sur la tablette d'en haut, pour recevoir les deux bouts d'une chaîne de fer ou de cuivre, par laquelle cette machine sera suspendue au bout du conducteur.

Au lieu de suspendre ainsi au conducteur, des corps qui seroient trop pesants, on les place sur des gâteaux de matieres électrisables par frottement, telles que la poix, la résine, le sou-

ſoufre, la cire, &c. ou ſur des ſellettes dont les pieds ſont de verre, ou de bois fortement ſéché, & frit dans de l'huile bouillante.

Les gâteaux de poix s'amolliſſent quand il fait chaud, & s'affaiſſent entiérement; la réſine n'a point aſſez de conſiſtance, elle ſe caſſe par morceaux, quand on la charge ou quand on la remue bruſquement; la cire n'a point ces inconvénients, mais elle eſt chere; voici ce que vous pouvez pratiquer pour n'en faire entrer qu'une petite quantité dans la conſtruction d'un gâteau de grandeur convenable; ne faites qu'en revêtir les autres matieres, pour les contenir, & empêcher que la chaleur de l'été ne les faſſe couler, ou qu'un choc léger ne les briſe.

Faites vous préparer par le Menuiſier, une planche de chêne qui ait neuf à dix pouces de longueur ſur ſept à huit de largeur, & qui ſoit épaiſſe d'un bon pouce; qu'il faſſe tout autour un quart de rond, & au-deſſus un quarré un peu fort; qu'il ajuſte autour de ce quarré quatre ais de ſix pouces de hauteur, qui ſe joignent

bien

bien, & qui s'attachent ensemble par des chevilles qu'on puisse ôter. Vous appliquerez sur les parois intérieures de cette espece de boîte, des feuilles de papier blanc que vous ne collerez ensemble que par les bords; & vous n'en mettrez point sur la planche du fond, dans l'épaisseur de laquelle vous ferez plusieurs cavités, afin que la cire fondue que vous y verserez s'y attache à demeure, tandis que le papier appliqué à sec l'empêchera de s'attacher aux parois: tout étant ainsi disposé, vous verserez dans le fond de ce moule une couche de cire de trois ou quatre lignes d'épaisseur, & lorsqu'elle sera prise, mais encore molle, vous placerez dessus une masse composée de poix noire & de résine fondue ensemble, dans un moule de carton plus petit que celui du gâteau que vous voulez faire, de sorte que cette masse placée comme je viens de le dire, laisse entre elle & les parois du moule de bois, un espace d'un pouce tout autour, & vous l'y assujettirez avec quelque appui que vous ferez agir par-dessus; alors vous remplirez les vuides avec de la cire fondue, & vous con-

continuerez d'en verſer juſqu'à ce qu'il y en ait l'épaiſſeur d'un pouce par-deſſus la maſſe de poix & de réſine: vous employerez pour cela de la cire de frotteur, ou des vieilles cires à bon marché.

Quand tout cela ſera bien refroidi, vous ôterez les quatre ais qui ne doivent point tenir au gâteau, à cauſe du papier interpoſé; s'il y en a quelque lambeau attaché à la cire, vous le mouillerez pour l'enlever entiérement; vous couperez les bavures s'il y en a; vous arrondirez un peu les bords d'en haut & les quatre angles, afin qu'ils ne s'écornent point lorſqu'on marchera deſſus; appliquez ſur le tout deux ou trois couches de noir de fumée détrempé au vernis d'eſprit-de-vin; mettez-en même ſous la planche qui ſert de baſe au gâteau, & peignez en rouge de vermillon, le quart de rond qui eſt autour.

Vous ferez bien d'avoir une couple de ces gâteaux, & de les tenir renfermés dans leurs moules, quand vous ſerez long-temps ſans en faire uſage, ſur-tout ſi c'eſt pendant les grandes chaleurs.

Au

Au lieu de ces gâteaux, on peut très-bien ſe ſervir de ſellettes, avec des pieds de verre; afin qu'elles ſoient ſtables par-tout où on les met, il faut que la tablette ſoit une planche triangulaire d'un bon pouce d'épaiſſeur, dont les angles ſoient arrondis avec une moulure autour, ſi l'on veut: ſi l'on eſt à portée d'une Verrerie, quand on n'y feroit que des bouteilles à mettre du vin, on y fera faire des pieds en forme de pilons, creux, mais épais, & d'environ dix pouces de hauteur, & on les maſtiquera dans des trous faits aux angles & en-deſſous de la planche; & pour avoir ces trous plus profonds, on peut augmenter l'épaiſſeur du bois en cet endroit avec des rondelles tournées & collées; au défaut de pieds faits exprès, on ſe ſervira avec le même ſuccès de trois bouteilles de pinte, qu'on aura ſoin de bien ſécher en dedans avec du ſable un peu chaud, avant de les maſtiquer: il eſt à propos de vernir auſſi le bois des ſellettes, comme les gâteaux dont j'ai parlé auparavant.

Les tabourets de bois ſéchés au four & abreuvés d'huile bouillante que l'on

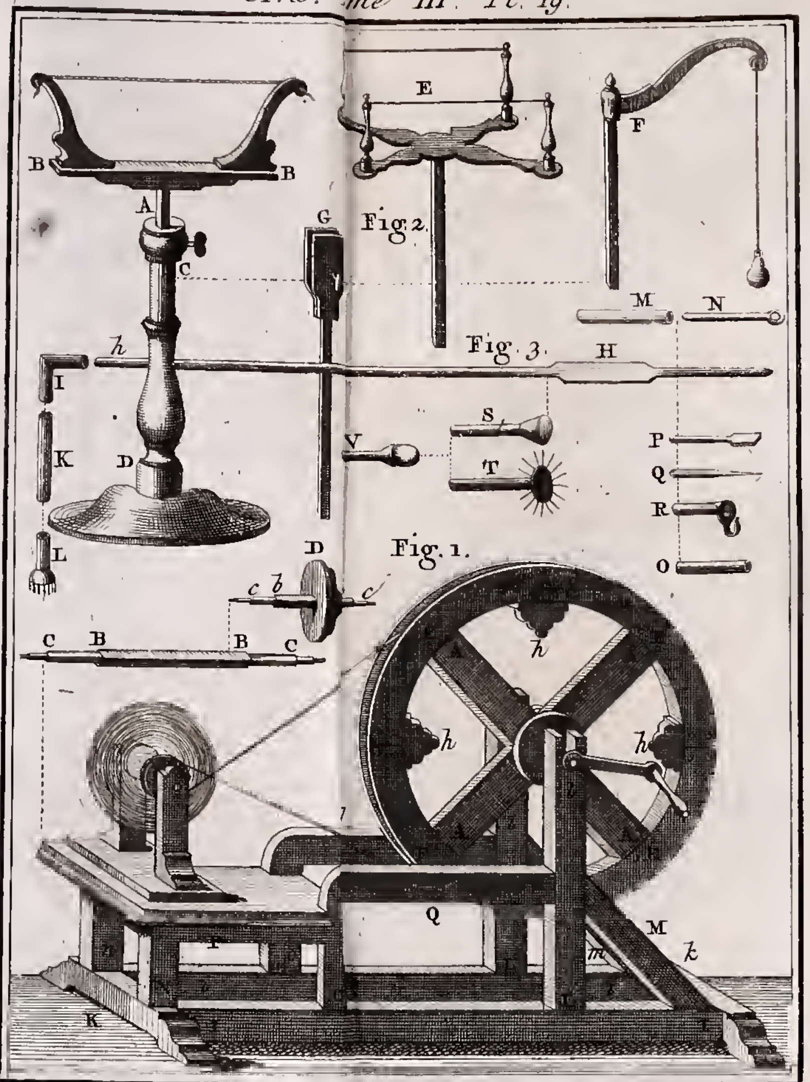


Fig. 2
Fig. 3
Fig. 1.
A
B
B
C
D
E
F
G
H
h
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
V
c
b
c
C
B
B
C
Q
M
k
m
K

l'on essuye fortement après, réussissent aussi, mais au bout d'un certain temps, il faut les sécher & les frotter de nouveau; cette sujettion fait que je donne la préférence aux gâteaux de cire, & aux sellettes à pieds de verre.

On isole encore des corps pesants avec une planche qui a deux emboîtures, qui excedent de quelques pouces sa largeur, avec quatre pitons à vis, par lesquel on la suspend avec de gros cordons de soie; on chantourne cette planche comme l'on veut, & on la peint au vernis en telle couleur que l'on juge à propos.

Premiere, seconde & troisieme Expériences.

Si le bassin dont vous vous servirez pour la premiere expérience, est de verre ou de porcelaine, vous pouvez vous dispenser de l'isoler; vous n'aurez qu'à faire descendre du conducteur un bout de chaîne, ou un gros fil de fer qui plonge dans l'eau; mais comme ce corps électrique plongé dans le bassin, ne manqueroit pas de repousser les petits corps flottants sur lesquels vous voudriez faire votre épreuve, s'ils é- XX. Leçon. I. Sect. *Pl. V. Fig.* 17. & 18.

toient à sa portée, vous ferez mieux de prendre un vaisseau de métal, de l'isoler sur un gâteau ou sur une sellette, & de l'électriser par le moyen d'un bout de chaîne attachée par un bout au premier conducteur, & que vous ferez aboutir dessous.

Vous pouvez varier la seconde expérience, en vous servant d'un duvet de plume, au lieu de la feuille de métal; ce corps électrisé flottera plus gravement en l'air, & toutes ses barbes s'écartant les unes des autres, comme les rayons d'une sphere, se plieront vers votre doigt quand vous l'y présenterez.

Pour la troisieme expérience, ayez deux timbres de montre, dont l'un soit monté sur un bout de tuyau de métal, ouvert en-dessous d'un bout à l'autre, & fendu en-dessus jusqu'au milieu de sa longueur, pour faire ressort & entrer à frottement sur le bout du conducteur, comme le représente la *fig*. 1, *Pl. XX*. Que le pilier tourné *A*, qui porte le timbre, & sur lequel il est arrêté avec un écrou, soit prolongé de cinq à six pouces par un fil de laiton *B*, plié par le haut en poten-

tence; & que ſur cette partie repliée il y ait un petit bout de canon *C* fendu, pour gliſſer à frottement; qu'enfin à ce petit canon ſoit attaché un fil de ſoie fort menu, qui porte par en-bas, & vis-à-vis le bord du timbre, une petite maſſe oblongue de métal *D*.

Montez pareillement l'autre timbre *E*, ſur un petit pilier de métal, auquel vous ferez un pied de bois tourné; vous le prendrez à la main, ayant ſoin de tenir le doigt appuyé contre le pilier; & quand le timbre *a* ſera électriſé, vous approcherez celui que vous tenez, à la diſtance d'un pouce de la petite maſſe *D*. Comme les oſcillations de ce petit corps deviennent plus ou moins grandes, ſuivant le dégré d'électricité qui regne dans le conducteur, par le moyen du petit canon *C*, on l'approche plus ou moins du timbre électriſé.

Pour empêcher que le timbre *a* ne ſe caſſe en choquant d'autres corps, il faut lui préparer un pied pour le recevoir, lorſqu'on le détache du conducteur; ce pied ſera un cylindre de bois *F*, porté par une lame de cuivre *G*, à laquelle vous ferez une patte de bois tournée.

Dans un lieu où vous ne pourriez pas trouver de timbre, vous pourrez vous ſervir de deux verres à boire; mais alors il faudra couvrir avec deux bandes de faux or, larges comme le doigt, les deux parties entre leſquelles le pendule doit oſciller: voyez la *Fig.* 1. à la lettre *H*. Au verre électriſé, la bande de métal ſera miſe en dedans, depuis la tige qui le porte juſqu'au bord, & ſe repliera de cinq à ſix lignes ſur la ſurface extérieure; à l'autre verre, la bande ſera miſe en-dehors, & s'étendra depuis le bord de la coupe, juſqu'à la tige que vous toucherez avec les doigts: vous collerez ces bandes de cuivre battu avec de la biere, ou avec une eau de gomme extrêmement légere.

Quatrieme, cinquieme, ſixieme, ſeptieme & huitieme Expériences.

XX. LEÇON. I. Sect. Art. III. *Pl. II. Fig.* 5. *& Pl. III. Fig.* 6 & 7.

TOUTES les expériences rapportées dans cet article, ſont ſuffiſamment expliquées dans les *Leçons de Phyſique*, à l'endroit & par les figures citées en marge; j'avertis ſeulement qu'il faut attendre pour les faire d'une maniere bien ſatisfaiſante, que l'électricité ſoit un

un peu forte, & répéter plusieurs fois la même, parce que, comme la plupart des résultats sont des *plus* & des *moins*, que la plus petite circonstance peut faire varier, c'est aux effets qui se présentent le plus souvent, qu'il faut s'en rapporter.

Vous verrez les feux électriques dans le vuide tout à votre aise, quand vous aurez préparé l'instrument que voici. C'est un matras de verre mince, *h*, *Fig.* 2. qui a trois pouces ou trois pouces & demi de diametre, & deux goulots garnis de viroles avec des fonds percés & taraudés pour recevoir à vis, d'un côté, un robinet bien exact, & de l'autre, un bout de tuyau de la grosseur qui convient pour entrer à frottement sur le bout du premier conducteur. La vis par laquelle ce tuyau se joint au matras, se prolonge sans filets jusqu'au tiers ou à la moitié du verre, & elle est terminée par une pointe mousse.

Vous appliquerez ce vaisseau par son robinet à la machine pneumatique, vous y ferez le vuide le plus parfaitement que vous pourrez, & après avoir fermé le robinet, vous le join-

drez au conducteur pour l'électriser; vous en approcherez les mains pour provoquer les feux, & alors vous en verrez en-dedans & en-dehors, & vous appercevrez la différence qu'il y a des uns aux autres; si vous tirez quelques étincelles du métal, toute la capacité du verre se remplira d'une lumiere diffuse, & très-semblable à celle des éclairs.

Vous verrez encore ces feux d'une maniere bien brillante par le procédé qui suit: Prenez un récipient à goulot, de figure cylindrique, qui ait trois à quatre pouces de diametre; mastiquez dans le goulot, le col d'une petite bouteille à médecine, ou d'un petit matras de verre blanc & mince, de maniere que la panse se trouve dans l'intérieur du récipient, comme on le voit en *I.* Placez le récipient sur la platine de la machine pneumatique, mettez de l'eau dans la bouteille jusqu'à la naissance du col, & amenez-y l'électricité par un gros fil de fer que vous suspendrez au bout du conducteur.

Quand vous aurez fortement raréfié l'air du récipient, si vous continuez l'électri-

l'électrisation, & de faire agir la pompe, à chaque coup de piston, vous verrez une grande quantité de ruisseaux de feu se répandre dans le récipient, & souvent la bouteille éclater en bruit & en coups de lumiere très-vifs. Il faut, comme vous le jugez bien, que ces expériences se fassent dans l'obscurité.

Premiere, seconde & troisieme Expériences. XX. LEÇON. II. Sect. *Pl. III. Fig.* 7. & 8.

CES expériences sont si simples & si faciles à exécuter, que je ne prévois pas qu'elles puissent embarrasser personne.

Quatrieme, cinquieme & sixieme Expériences.

DANS la quatrieme expérience, préférez l'esprit-de-vin à l'eau, pour mouiller la barre de fer; les parcelles de cette liqueur qui seront enlevées de dessus le conducteur par les émanations électriques, & qui seront lancées contre le revers de votre main, y produiront une fraîcheur plus sensible; l'éther qui est encore plus volatil, produiroit encore mieux cet effet. *Pl. IV. Fig.* 9, & 10.

Pour conducteur, dans la cinquieme

expérience, servez-vous d'une barre de fer plate ou quarrée, elle sera plus propre à recevoir le son, le tabac rappé, ou la poussiere de bois que vous répandrez dessus.

L'homme isolé de la sixieme expérience, s'électrisera en touchant d'une main seulement le bout du conducteur; vous pourrez lui faire tenir dans l'autre main une pincée de filasse, un écheveau de fil coupé, &c.

Septieme & huitieme Expériences.

Fig. 11. Vous ferez un globe de soufre de la maniere suivante: choisissez un matras qui ait environ six pouces de diametre, dont la boule soit bien ronde, avec un col fort large que vous réduirez à trois ou quatre pouces de longueur; commencez par y faire fondre du soufre concassé en petits morceaux, & non pulvérisé; vous acheverez de l'emplir presque jusqu'à la naissance du col, avec une pareille matiere fondue à part dans un poëlon de terre cuite.

Tandis que le soufre sera encore liquide, vous introduirez par le col du matras, un axe de bois quarré, & garni

garni par un bout, d'une poulie de trois pouces de diametre; ayant attention de le tenir enfoncé jusqu'au fond du vaisseau, & de le faire toucher à l'endroit qui est diamétralement opposé au col. Quand tout sera bien refroidi, vous casserez le verre à petits coups, & vous l'enleverez en morceaux; par ce moyen-là, vous aurez un globe de soufre aussi poli que le verre dans lequel il aura été moulé, & vous le centrerez en rapportant son axe sur le tour entre deux pointes.

Ces globes ont quelques inconvénients, ils sont lourds & sujets à s'éclater, lorsqu'on les électrise un peu fortement, & il en coûte un matras pour les refondre. J'ai pris le parti de monter sur un cylindre de bois, *A B*, *Fig.* 3, garni d'une poulie *C*, une espece de bobine *D*, & de remplir de soufre l'espace vuide qui est entre les deux joues *E F*.

Je fais le plus souvent cette bobine de trois pieces; sçavoir, d'un cylindre *D*, à qui je donne cinq pouces de longueur, & environ huit de diametre; j'arrête sur les plans deux plateaux circulaires qui excedent d'un

pouce ou de quinze lignes, la piece du milieu tout autour: cela étant ainsi préparé, je suspends le cylindre *A B*, entre deux pointes, & après avoir creusé une grande quantité de trous non à jour, tant sur le pourtour de la piece *D*, qu'aux surfaces intérieures des deux joues *E F*, je fais tourner très-lentement toute la piece au-dessus d'une grande terrine pleine de soufre que j'entretiens en fusion, & j'en verse sur la piece *D*, avec une cuiller de fer, jusqu'à ce que toute la gorge soit bien pleine. Ensuite, & avant que le soufre soit entiérement refroidi, je tiens un fer chaud, long de sept à huit pouces, appuyé sur les deux bords *E F*, tandis qu'on continue de faire tourner la piece, & par ce moyen j'unis à peu près la surface de la zone de soufre.

Quand tout est bien refroidi, je tourne cette zone à petit fer, & j'acheve de la polir, d'abord avec un morceau de peau de chien de mer, & ensuite avec de la ponce broyée & de l'eau. Cette manœuvre n'est pas si commode que de mouler dans du verre, mais elle procure des instruments tou-

toujours bien ronds, bien centrés, légers, de telle grandeur que l'on souhaite, & qui ne sont pas si sujets à éclater que les globes.

Servez-vous dans la huitieme expérience du conducteur *H h*, & joignez-y la piece *Q*, par le moyen du tuyau *M*; & si l'électricité n'est pas bien forte, ou que vous ayez peine à bien distinguer à la vue simple, le petit feu qui paroît au bout de la pointe électrisée, aidez-vous de la lentille montée en écaille, que j'ai représentée *Pl.* XIV, *Fig.* 1.

Voici encore un instrument très-commode que j'ai imaginé, pour examiner ces sortes de feux électriques. *a b*, *Fig.* 4, est une douille de cuivre qui sert de manche à l'instrument, quand on le tient à la main, & qui peut s'ajuster au bout *H* du conducteur, qu'on électrise avec le globe de soufre. *c d*, est une tige d'acier, à laquelle se joint à vis une pointe de fer, de cuivre, ou de tout autre métal. *f g*, est une bande d'acier faisant ressort, qui peut s'approcher plus ou moins de la tige *c d*, au moyen d'une vis que l'on mene par le bouton *g*; cette bran-

che porte une lentille d'un pouce & demi de foyer, montée dans une chape, dont la queue qui eſt une lame de cuivre, eſt ouverte d'un bout à l'autre par une rainure à jour, & gliſſe avec frottement ſur la longueur de la branche à reſſort, où elle eſt retenue par deux vis à tête ; par ce moyen, on arrête, quand on le veut, le centre de la lentille, vis-à-vis la pointe *e* ; & la vis *g*, ſert à la faire avancer autant qu'il le faut, pour que cette pointe ſe trouve précisément au foyer du verre.

Et afin que l'œil de l'obſervateur ne ſoit point expoſé à recevoir de fauſſes images, je couvre l'une des ſurfaces du verre avec une feuille d'étain, au centre de laquelle je pratique une ouverture circulaire de quatre lignes ou environ de diametre.

Neuvieme & dixieme Expériences.

XX. LEÇON. II. Sect. *Pl. IV. Fig.* 11. DANS la premiere de ces deux expériences, il faut que la chandelle ait une groſſe mêche, que le lumignon ne ſoit point mouché court, & qu'il ſoit nouvellement éteint, afin qu'il en réſulte un gros jet de fumée.

Il

Il faudra incliner un peu le bout du conducteur où sera la pointe creuse, afin que la liqueur ait une pente pour sortir.

Onzieme Expérience.

Vous vous servirez dans cette expérience & dans les suivantes, d'un globe de verre & d'un conducteur dont la surface supérieure soit plate, bien unie, & bien essuyée; & vous emploierez de la poudre bien seche.

Douzieme & treizieme Expériences.

Vous parsemerez de gouttes d'eau toutes les faces du conducteur, avec un goupillon peu chargé, que vous ferez agir de loin, ou avec une brosse à long poil dont on se sert pour les habits.

Afin que les tas de poussiere partent subitement, il faut qu'une personne non isolée touche le conducteur, jusqu'à l'instant où l'on voudra faire voir l'effet dont il s'agit.

Quatorzieme Expérience.

POUR vuider des œufs, suivez ce que j'ai enseigné dans les *Avis sur la dixie-* *Ibid. Pl. V. Fig. 9. & 10.*

dixieme Leçon (*T. II. p.* 482.) Faites ensuite à la coque vuide, un petit trou par en-bas, où vous attacherez avec un peu de cire d'Espagne, un bout de tube capillaire, afin que l'écoulement de l'eau se fasse naturellement goutte à goutte.

Pour avoir le goupillon lumineux que produit une pareille expérience, quand elle se fait avec un écoulement plus fort, demandez au Ferblantier un vaisseau qui contienne à-peu-près un demi-setier d'eau, & qui ait une forme un peu oblongue, comme *N*, *Fig.* 5, avec une anse pour l'accrocher à la piece *R*, que vous mettrez au bout *H*, du conducteur; ayez soin de recevoir l'écoulement dans un large bassin; s'il est de métal, vous verrez encore de temps en temps les gouttes d'eau qui tomberont dessus, produire de la lumiere.

Quinzieme & seizieme Expériences.

XX. LEÇON. II. Sect. *Pl. V. Fig.* 12. IL faut faire ces expériences dans l'obscurité, & ne point approcher trop près du globe, les corps qui fournissent la matiere affluente, afin de pouvoir

voir mieux diſtinguer l'origine & la direction des rayons lumineux.

Il ne faut pas non plus que la perſonne non iſolée préſente ſon doigt trop près de la main électriſée, car il en réſulteroit des étincelles, & ces traits de feu ſont trop rapides pour laiſſer bien voir de quel côté ils viennent.

Dix-ſeptieme, dix-huitieme & dix-neuvieme Expériences.

Je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit touchant ces expériences. Il n'y a qu'à procéder comme il eſt marqué à l'endroit cité en marge. *Ibid. Pl. V. Fig.* 13. & 14.

Vingtieme Expérience.

Vous pourriez préparer le vaſe à écoulements, que la perſonne non iſolée tient à la main, avec une coque d'œuf garnie tout autour par en-bas de tubes capillaires, longs de quatre à cinq lignes, & attachés avec un peu de cire molle; mais il vaudra mieux faire un vaiſſeau de fer-blanc, comme *M*, *Fig.* 5, large de trois pouces par en-bas, & garni de petits tuyaux pointus, un peu inclinés. Vous ferez cette expérience en plein jour *Ibid. Fig.* 14, & 15.

&

& dans l'obſcurité ; elle eſt bonne à voir des deux façons.

Il eſt bon auſſi que le vaſe d'écoulement qui eſt placé au bout du conducteur, ait un certain volume ; on pourra le faire ſemblable au précédent, avec un ſeul tuyau qu'on tournera en avant.

Vingt-unieme Expérience.

Ibid. Fig. 16. Vous ferez bien de vous munir de quelque conducteur de grand volume ; on les peut faire en fer-blanc & en carton, afin qu'ils ſoient plus légers & plus maniables ; ils ſeront aſſez longs s'ils ont cinq à ſix pieds ; mais la groſſeur n'eſt pas indifférente ; ne donnez pas moins de trois pouces de diametre à celui de fer-blanc, & donnez-en juſqu'à ſix ou ſept à celui de carton.

Il eſt plus facile de faire ces tuyaux ronds & cylindriques, que de leur faire prendre toute autre figure ; mais comme il importe quelquefois qu'ils ne roulent point ſur le ſupport, qu'ils ſe tiennent conſtamment dans la ſituation où on les poſe, vous attacherez en-

des-

deſſous, à dix-huit pouces près des extrêmités, deux bandes plates, ſous leſquelles vous ferez toujours répondre les cordons des ſupports.

Le Ferblantier vous fournira des tuyaux de telles meſures qu'il vous plaîra; quant à ceux de carton, il faudra les faire vous-même : demandez chez un marchand Papetier, des cartons *en cinq*; dreſſez-en les bords à la regle, & amincissez-les ſur le bord d'une table avec un couteau bien aiguiſé, de maniere qu'étant croiſés l'un ſur l'autre, ils ne faſſent qu'une épaiſſeur ſemblable à celle du reſte. Tournez-les l'un après l'autre, ſur un cylindre de bois, qui ait la longueur du carton pour le moins, & dont le développement ſoit d'un pouce moins large que la feuille; attachez les bords l'un ſur l'autre avec de la colle de farine, & retenez-les juſqu'à ce qu'ils ſoient ſecs, avec un ruban de fil, que vous tournerez tout autour & d'un bout à l'autre.

Préparez ainſi autant de cartons qu'il en faudra, pour faire la longueur que vous voulez donner au conducteur; & joignez-les enſemble, après avoir aminci

minci les bords comme je l'ai dit ci-deſſus : pour faire cette jonction, vous tirerez à moitié le cylindre qui ſert de moule, afin qu'il ſe trouve autant dans l'une que dans l'autre partie que vous voulez joindre ; vous aſſemblerez le reſte de la même maniere.

Cet aſſemblage étant fini & la colle étant ſeche, il faudra couvrir le tout avec du métal ; quelque mince qu'il ſoit, il ſuffira : ainſi vous pouvez vous contenter de coller des feuilles de papier doré ſur la face extérieure : je vous conſeille d'en mettre de différentes façons ; de couvrir, par exemple, toute la longueur alternativement avec des feuilles dorées en plein, & avec d'autres dorées en petits deſſeins ; ou bien de mettre d'un bout à l'autre les feuilles de la premiere eſpece, ſur la moitié du pourtour, & ſur l'autre moitié, des feuilles de la ſeconde eſpece.

J'oubliois de dire, que pour contenir ce tuyau dans ſa rondeur, & pour le rendre propre à recevoir les pieces qui s'ajuſtent aux autres conducteurs, il faut faire préparer deux couvercles de fer-blanc, qui l'emboîtent par chaque

que bout, & au centre desquels il y ait une virole saillante de la grosseur qui convient. Je dis la même chose du tuyau de fer-blanc.

Comme un cylindre massif de la longueur & de la grosseur que je le suppose pour former le tuyau de carton, seroit lourd à manier & bien sujet à se fendre, je vous conseille de le faire creux, & de lui ménager un axe qui saille de trois ou quatre pouces par les deux bouts; vous prendrez pour cela deux plateaux de bois tournés, percés au centre & enfilés sur un cylindre de douze à quinze lignes de diametre, à une distance l'un de l'autre, qui soit égale pour le moins à la longueur des cartons que vous devez employer; vous collerez & attacherez avec des chevilles de bois, tout autour des plateaux, des especes de douves, qui s'étendent de l'un à l'autre, & qui se joignent ensemble à plat-joints avec de la colle. Quand cette espece de tambour sera ainsi préparé, vous le présenterez sur le tour, pour régler son arrondissement par quelques traits de gouge sur les bouts & vers le milieu, & vous l'acheverez avec un rabot un peu

creux:

creux: voyez la *Fig.* 6. Je reviens à la vingt-unieme expérience.

Vous pourrez faire les petites houpes avec du lin à filer, bien fin & bien ſouple. Vous en prendrez une très-petite pincée que vous plierez en deux ſur le milieu de ſa longueur: vous nouerez la partie *a*, *Fig.* 7. ſur une ficelle, en faiſant revenir les deux bouts *b* par dedans, & vous ſerrerez le nœud en tirant; vous eſpacerez ces houpes de trois en trois pouces, ſur une ficelle aſſez longue pour tourner en forme d'hélice d'un bout à l'autre du tuyau, où vous l'arrêterez avec un peu de cire molle ou autrement.

Vous ferez le cercle avec du gros fil de fer, dont les deux bouts repliés ſeront liés enſemble avec du fil de laiton recuit, pour ſervir de manche. Vous y attacherez les houpes comme à la ficelle; c'eſt aſſez qu'il ait quatorze à quinze pouces de diametre; vous le tiendrez à la main pour le promener d'un bout à l'autre du tuyau.

Vingt-deuxieme Expérience.

Ibid. Pl. IV. Fig. 9 & 11. TOUT ce qui doit ſervir à cette expérience, & à celle qu'on propoſe dans

dans les *Obſervations*, a déja été employé pour les expériences qui ont précédé, & je n'ai rien laiſſé à dire, ſur la conſtruction des pieces, ni ſur leur uſage.

Vingt-troiſieme, vingt-quatrieme & vingt-cinquieme Expériences.

Le réſultat de la premiere de ces trois expériences, eſt plutôt une obſervation que l'on peut faire, après avoir fait un long uſage du même tube, du même globe ou du même conducteur. XX. Leçon. II. Sect.

Pour iſoler le tube de la vingt-quatrieme expérience, ne le poſez point ſur un gâteau, ni ſur une ſellette ; tenez-le plutôt ſuſpendu avec deux fils de ſoie, qui ne ſoient point humides.

Suivez exactement ce que j'ai dit ſur la vingt-cinquieme expérience.

Vingt-ſixieme & vingt-ſeptieme Expériences.

Comme il eſt dangereux de faire aboutir une groſſe barre de fer à une petite diſtance de la ſurface du globe, vous pourrez mettre en place du petit enton- *Ibid.*

entonnoir *L*, *Pl. XIX.* une piece plate de fer blanc, dont le bord ſoit un peu concave, pour s'accommoder mieux à la courbure du globe. Cette piece garnie comme les autres d'un bout de tuyau, ſe joindra à la piece *K*, & s'abaiſſera à ſix ou ſept lignes de distance du verre. Un conducteur de grand volume eſt préférable à un autre, dans cette occaſion.

Quant à la derniere expérience, ſi on eſt outillé comme je l'ai preſcrit pour les expériences précédentes, on aura tout ce qu'il faut pour celle-ci.

AVIS

Concernant la Vingt-unieme Leçon.

Faits de la premiere Classe.

Cinquieme Fait.

XXI. Leçon. III. Sect. Art. I. Pour examiner ce fait, vous vous munirez d'un tube de verre qui s'électriſe aiſément, & d'un bâton de la meilleure cire d'Eſpagne rouge, qui ſoit cylindrique, & qui ait au moins un pied

pied de longueur ſur un pouce de diametre.

Vous plierez un tube de barometre, de maniere que les deux parties faſſent un angle droit, & vous donnerez à chacune quatorze à quinze pouces de longueur: ſi vous ne ſçavez pas plier le tube, vous en prendrez deux que vous joindrez en équerre avec de la cire d'Eſpagne ou autrement: vous éleverez verticalement l'une des deux branches ſur un pied à patte, ou ſur un chandelier, en mettant dans la bobeche un bouchon de liege dans lequel vous ferez un trou pour recevoir le tube; & vous ferez pendre au bout de l'autre branche, un fil de ſoie très-fin, avec une petite feuille de cuivre battu, ou avec un duvet de plume: voyez la *Fig.* 8.

Communiquez l'électricité à ce petit corps iſolé, avec le tube nouvellement frotté, & auſſitôt après, préſentez-lui le bâton de cire d'Eſpagne électriſé.

Il faut faire cette expérience pluſieurs fois de ſuite, & en différents temps; chaque fois qu'on la recommence, il faut avoir ſoin de déſélec-

triſer

trifer le corps ifolé, en le touchant avec la main; & fi vous n'êtes point feul, ayez foin que le tube & le bâton de cire d'Efpagne ne foient point frottés par la même main.

Huitieme Fait.

Ibid. Fig. 19. L'EXPÉRIENCE d'Hauxbée dont il eft ici queftion, fe fait avec un globe de verre, garni comme les autres d'une poulie à l'un de fes poles, & d'un couvercle de bois à l'autre, pour recevoir la pointe de la poupée: mais comme il faut introduire au centre, une petite rondelle de métal garnie de fils menus tout autour, il eft néceffaire qu'à l'un des poles il y ait un bouchon de bois dur qui fe mette à vis, & qui porte un fil de fer gros comme une petite plume à écrire, au bout duquel vous attacherez la rondelle. Plus cette rondelle fera large, moins les fils feront fujets à fe tortiller en tournant avec le globe, ce qui eft un inconvénient; vous choifirez donc les goulots les plus larges que vous pourrez trouver, & vous tiendrez le bouchon de la garniture auffi gros que l'ou-

l'ouverture du verre : prenez pour cette expérience un globe qui n'ait que ſept à huit pouces de diametre ; ayez ſoin que les fils ſoient bien flexibles, qu'il n'y en ait qu'un petit nombre, comme cinq ou ſix autour de la rondelle, & que leur longueur n'excede pas deux pouces & demi.

Soutenez avec quelque ſupport à ſept à huit pouces de diſtance, au-deſſus de l'équateur de ce globe, un arc que vous ferez avec du gros fil de fer, & que vous garnirez auſſi de quelques fils pareils aux précédents.

Onzieme Fait.

Si vous faites cette expérience en plein air, dans un jardin, par exemple, vous pourrez vous ſervir du cordeau du Jardinier, & en joindre pluſieurs enſemble, ſi vous voulez : vous planterez des piquets deux par deux à vingt-cinq pieds de diſtance les uns des autres dans une même direction ; vous ferez porter à chaque paire de piquets par en-haut, une ganſe ou un gros fil de ſoie qui ne ſoit point humide, & que vous tendrez de *Ibid.*

l'un à l'autre. Vous commencerez par isoler le bout du cordeau avec un cordon de soie de quinze ou dix-huit pouces de longueur, que vous attacherez à quelque point fixe; ensuite vous étendrez le cordeau de toute sa longueur, sur les ganses des piquets, & vous laisserez pendre le dernier bout de la longueur d'un pied ou environ, avec quelque masse électrisable, qui le tienne tendu; un poids de métal, par exemple, une boule de bois mouillée, ou couverte de papier doré, &c.

La corde peut changer de direction, autant que vous voudrez, mais à chaque angle que vous lui ferez faire, vous aurez soin de l'attacher au point fixe avec un cordon de soie qui la tienne isolée. Et comme le vent en plein air, pourroit dissiper les corps légers que vous présenterez à la boule pendante, pour faire voir que l'électricité est parvenue à elle, vous aurez la précaution de la faire aboutir dans un lieu couvert; & puisque l'expérience réussit également bien, quoique la corde fasse des retours, le bout qui recevra l'électricité, & celui qui doit l'exercer sur les corps légers, peuvent

vent être dans le même lieu; vous ferez sortir la corde par une croisée, & vous la recevrez par une autre.

Cette communication de la vertu électrique, par des conducteurs fort longs, réussit encore mieux avec des chaînes de métal; & vous en pourrez faire qui seront très-propres à cet usage, en joignant ensemble des gros fils de fer de deux pieds de longueur; il faudra former avec une pince ronde, une boucle à chacune de leurs extrêmités, & les assembler avec des *S* fermées, de même métal, *Fig.* 9.

Treizieme & quatorzieme Faits.

LES expériences qui prouvent ces deux faits, ne sont point de nature à pouvoir se faire dans une Leçon, à cause du temps qu'elles exigent; ceux de mes Lecteurs qui se proposeront de les répéter, ou de les augmenter par de nouvelles épreuves, auront la bonté de consulter les Ouvrages où je les ai détaillées, & que j'ai citées dans les *Leçons de Physique, Tome VI. pag.* 447. *Ibid.*

Quinzieme Fait.

Ibid. Fig 19. POUR eſſayer les attractions dans le vuide, vous placerez ſur la platine de la machine pneumatique, une feuille de fer-blanc arrondie, de ſix pouces de diametre, bien eſſuyée & couverte de fragments de cuivre battu; vous mettrez par-deſſus un récipient un peu plus large & garni par en-haut d'une boîte à cuirs, dont la tige portera une groſſe pomme, ou une boule de bois couverte de papier doré. Vous ferez aboutir le conducteur directement au-deſſus de l'anneau qui termine la tige de la boîte à cuirs, & vous les joindrez enſemble par une *S* de gros fil de fer. Vous commencerez par faire le vuide, & enſuite vous ferez frotter le globe pour communiquer l'électricité.

Vous répéterez la même expérience, en mettant à la tige de la boîte à cuirs, au lieu d'une pomme, une petite bouteille à médecine, remplie d'eau juſqu'aux deux tiers de ſa capacité, & bouchée avec du liege, en faiſant paſſer la tige à travers le bouchon, & en la faiſant plonger dans l'eau de la bouteille. Vous

Vous pourrez encore essayer les attractions & répulsions dans le vuide, pour les comparer à celles qui ont lieu dans l'air libre, en suspendant une petite feuille de cuivre battu avec un fil de soie, dans l'axe d'un récipient de quatre pouces de diametre, & en approchant de ce vaisseau un tube de verre nouvellement frotté; il faut répéter plusieurs fois ces expériences pour être sûr du résultat.

Faits de la seconde Classe.

Quatrieme Fait.

Je fais voir ce fait dans les Ecoles, en appliquant sur le corps de quelqu'un des Auditeurs, un lez de ces étoffes dans le tissu desquelles on fait entrer des lames de clinquant, & dont on habille les poupées des enfants. XXI. Leçon. III Sect. Art. II.

Vous pourrez encore attacher avec un peu de cire molle sur une bande de verre ou sur une ardoise, des bouts de gros fil de fer, dans la même direction, & contigus les uns aux autres sans se toucher tout-à-fait; quand vous présenterez celui d'en haut au

conducteur pour le faire étinceler, ayez soin que votre doigt soit tout près de celui d'en bas. *Fig.* 10.

Vous aurez encore un fait de cette espece, si vous électrisez le conducteur de carton couvert de papier doré, & que vous présentiez avec la main, une pointe de fer à sept à huit pouces de distance de l'endroit, où le conducteur est revêtu de papier doré à petit dessein.

S'il vous prend envie d'exécuter ce que j'ai proposé à la suite de ce Fait, *Leçons de Physique*, *Tome VI*, *page* 468, ne vous conformez point à la *Fig.* 19: le Graveur l'a faite en mon absence, & n'a point rendu mon intention: cette faute relevée par un de mes amis, m'a donné occasion de chercher & de donner les moyens, de conduire à coup sûr les feux électriques sur toutes sortes de desseins, & de les rendre par de petites illuminations, qui sont charmantes à voir dans l'obscurité: *Voyez les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de* 1766, & la troisieme partie de mes *Lettres sur l'Electricité*, page 274 *& suiv.*

Quant à la fleur-de-lys dont il s'agit

à

à la ſuite du quatrieme fait, voici la vraie maniere de la préparer. Deſſinez une fleur-de-lys par un ſimple trait continu ſur un quarré de papier, comme *pppp*, *Fig.* 11. qui ait environ ſept pouces de longueur, ſur cinq de largeur. Attachez deſſus avec quatre grains de cire molle que vous mettrez aux angles, un carreau de verre de Bohême un peu épais. Ayez une feuille de cet étain dont les Miroitiers ſe ſervent pour mettre derriere les glaces, & coupez-en des petits quarrés ſemblables aux notes du plein-chant. Attachez-en ſur le verre avec de la colle de poiſſon, en ſuivant le deſſein qui eſt deſſous, & en mettant les angles contigus les uns aux autres, ſans pourtant qu'ils ſe touchent abſolument. Quand vous aurez ainſi ſuivi la moitié du deſſein de haut en bas, vous marquerez avec de l'encre, l'autre moitié du deſſein ſur le verre, & vous le détacherez de deſſus le papier.

Vous retournerez le verre ſur un papier blanc, afin de mieux voir le trait, que vous ſuivrez en collant de petits quarrés d'étain; de ſorte que la fleur-de-lys tracée par ce métal, ſera

moitié ſur une face, moitié ſur l'autre du verre. Sur chacune des faces du verre, vous ajouterez une bande d'étain *A* & *B*, de deux ou trois lignes de largeur, qui s'étende depuis le bord du carreau, qu'elle embraſſera, juſqu'au premier quarré qui commence le deſſein; vous ajouterez encore par en-bas, une petite bande de ce même étain *o*, taillée en pointe par les deux bouts, qui embraſſe le bord du carreau, & qui lie pour ainſi dire enſemble, les deux moitiés de la fleur-de-lys.

Quand toutes ces pieces ſeront attachées, il faudra enlever la colle ſuperflue, avec un linge fin & mouillé, de maniere qu'il ne reſte rien au pourtour des pieces, & que le reſte du verre ſoit bien eſſuyé: cette propreté eſt eſſentielle, pour le ſuccès.

Pour faire uſage de ce tableau, vous le prendrez en *B* avec les deux doigts, & vous préſenterez la partie *A*, au bout d'un conducteur bien électriſé; autant vous ferez naître d'étincelles en cet endroit, autant il en paroîtra aux pointes des quarrés.

Si-

Sixieme Fait.

APRES avoir rapporté l'expérience de Leyde ſuivant la maniere dont elle a été faite d'abord, je propoſe de la répéter en employant deux perſonnes, au lieu d'une, qui communiquent enſemble par un tube de verre rempli d'eau: vous choiſirez pour cela un tube gros comme le doigt & d'un pied de longueur: vous le boucherez par les deux bouts avec du liege, & pardeſſus une virole de métal garnie d'un fond, au centre duquel ſoit ſoudé un gros fil de métal de deux pouces de longueur, qui traverſera le bouchon, & qui s'avancera de huit à dix lignes dans l'eau du tube. *Ibid. Pl. II. Fig. 20, 21 & 22.*

L'expérience avec les deux œufs cruds qui vient enſuite, ſe fera plus aiſément, ſi la perſonne qui doit tirer l'étincelle eſt iſolée, qu'elle tienne d'une main le bout du conducteur, & qu'elle approche l'œuf qu'elle tient, de celui que lui préſente l'autre perſonne qui porte la bouteille.

Septieme Fait.

ESSAYEZ l'expérience de Leyde *Ibid.*

 avec

avec une tasse à caffé de porcelaine, avec un flacon de cryſtal-de-roche, ſi vous pouvez vous le procurer, ou avec un de ces petits pots bruns dans leſquels on envoye à Paris le beurre de Bretagne & celui de Normandie; & elle vous réuſſira.

Liſez attentivement toutes les remarques que j'ai miſes à la ſuite des deux faits précédents. Si vous vous ſervez d'une bouteille, prenez de celles dont les Apoticaires ſe ſervent pour envoyer les potions médicinales aux malades; mettez-y de l'eau juſqu'à la naiſſance du col; ajuſtez-y un bouchon de liege percé avec un poinçon ſuivant ſa longueur; faites paſſer au travers, un gros fil de fer qui plonge dans l'eau, & formez à l'autre bout un crochet pour pouvoir l'attacher au conducteur: avec une bouteille, bien eſſuyée & bien ſéchée en dehors, vous pourrez faire voir que quand elle eſt ſimplement ſuſpendue au conducteur, & iſolée comme lui, elle ne laiſſe pas de s'électriſer, mais moins, & plus lentement, que quand elle eſt touchée par la main d'un homme non iſolé.

Il eſt bon d'avoir auſſi pour l'expérience de Leyde quelques bouteilles couvertes en dehors d'une feuille de métal; comme la figure n'entre pour rien dans les effets, vous choiſirez pour cela une bouteille ou un vaſe qui ſoit à-peu-près cylindrique; & vous couvrirez la partie qui doit contenir l'eau, d'une feuille d'étain très-mince, que vous ferez tenir avec de la colle de poiſſon. *Ibid. Fig.* 23.

On fait auſſi très-bien l'expérience de Leyde avec un carreau de verre enduit de métal par les deux côtés, en réſervant un bord nud de deux pouces de largeur tout autour. Choiſiſſez pour cela un verre de Bohême de moyenne épaiſſeur, bien droit, de quatorze ou quinze pouces de long ſur un pied de large; paſſez de la biere deſſus avec un pinceau, & arrangez-y de ces feuilles de cuivre battu, qui ſe vendent par livrets chez les Clinquailliers, & dont les Verniſſeurs font uſage pour dorer les ouvrages communs; elles ne manqueront pas de ſe pliſſer, mais faites couler deſſous de la biere, que vous mettrez ſur la partie nue du verre avec un pinceau, en

inclinant un peu le carreau de verre; cela vous donnera la facilité de les étendre ſans les déchirer, & vous les laiſſerez ſécher; après quoi vous enduirez de même l'autre face du verre.

Vous tirerez tout autour de part & d'autre un trait à la regle, à deux pouces de diſtance du bord; vous enleverez avec un pinceau mouillé le ſuperflu du métal, & vous eſſuyerez bien les parties du verre où il n'y en a point.

Si vous trouvez trop de difficulté à manier ces feuilles de cuivre, pour les arranger & les étendre ainſi; mettez en leur place une feuille d'étain, avec de la colle de poiſſon très-claire.

Ibid, Fig. 22. Quand vous voudrez percer un morceau de carton ou un cahier de papier à lettres avec le feu électrique, & faire voir que dans l'expérience de Leyde, il y a deux traits de matiere enflammée qui agiſſent en ſens contraires l'un de l'autre; vous placerez votre carreau de verre, ſur un ſupport de métal qui ſera iſolé, ſur une platine de cuivre, par exemple, de trois ou quatre pouces de diametre, qui aura une tige de même métal, & que vous

vous ferez porter à l'aide d'un bouchon de liege, par une bouteille à vin bien ſeche en dedans & en dehors; vous ferez communiquer cette platine, par un bout de chaîne, avec le premier conducteur. Vous placerez votre morceau de carton ou votre cahier de papier au milieu de la face ſupérieure du verre; vous appuyerez desſus l'arc conducteur, qui ſera fait d'un gros fil de fer tourné en volute par les deux bouts, & vous ferez agir le globe; quand vous verrez étinceler le métal qui enduit le verre, ou que vous appercevrez des franges de matiere enflammées aux bords de ce métal, vous approcherez bruſquement le bout ſupérieur de l'arc, vers la chaîne, ou vers le conducteur, ſans le toucher, & alors vous aurez ce qu'on appelle l'étincelle *foudroyante*; il y aura au carton un ou deux trous, dont les bavures ſeront en ſens contraires les unes des autres.

Lorſque vous aurez fait des expériences avec ce carreau, ne l'enlevez pas en touchant le métal, par-deſſus & par-deſſous; car il pourroit être encore chargé, & il vous pinceroit d'une

façon très-douloureuse; il n'y a aucun danger à le toucher par les bords qui sont nuds.

Enfin quand l'électricité sera un peu forte, vous ferez fort bien l'expérience de Leyde, en touchant d'une main le matras vuide d'air & électrisé, dont j'ai parlé *pag.* 461, & en tirant une étincelle du conducteur avec l'autre main.

Huitieme & neuvieme Faits.

XXI. LEÇON. III. Sect. Art. II. LES expériences d'où résultent ces deux faits, se font mieux avec des globes de sept à huit pouces de diametre qu'avec de plus grands. Mais comme il faut y faire le vuide, il est nécessaire que l'un des deux goulots soit bouché à demeure, avec un tampon de liege & du mastic fondu pardessus. Il est pareillement indispensable qu'il y ait à l'autre goulot un bon robinet, qui s'adapte à la machine pneumatique, & dont l'orifice se bouche ensuite avec une vis à tête large, au centre de laquelle il y ait un creux pour recevoir la pointe de la poupée, & que le tout soit bien centré

pour

pour tourner rondement. *Voyez la Fig.* 3. à la lettre *G*.

La poulie du globe ſimplement dégroſſie, ſera donc montée ſur une virole de cuivre dont le fond reſtera à découvert ; vous chercherez ſur ce fond le centre de la rotation du globe, quand la virole ſera maſtiquée au goulot, en préſentant la piece entre les deux pointes du tour : là, vous percerez & tarauderez le trou qui recevra le robinet ; vous l'y placerez avec un anneau de cuir interpoſé, pour empêcher que l'air ne puiſſe entrer ni ſortir par cette jonction ; vous fermerez l'orifice du robinet avec la vis dont j'ai parlé, & vous y marquerez le centre de la rotation, que vous creuſerez avec un foret qui faſſe une cavité conique ; après quoi vous acheverez de tourner la poulie, & le bois qui recouvre l'autre goulot.

Un de ces deux globes doit être enduit de cire d'Eſpagne en dedans, & c'eſt par-là qu'il faut commencer avant de garnir ſes poles. Ayant donc bouché avec du liege l'un de ſes deux goulots, vous ferez entrer par l'autre, trois ou quatre onces de bonne

cire

cire d'Efpagne concaffée & non pulvérifée: vous préfenterez le verre audeffus d'un réchaud plein de charbons allumés, en le faifant tourner lentement pour l'échauffer par-tout également, & en tenant le goulot bouché plus bas que l'autre, afin que la cire en fe fondant, n'enduife pas le globe beaucoup au-delà de fon équateur; quand vous appercevrez que toute la cire eft fondue, vous cefferez de la chauffer, mais vous continuerez de tourner le globe jufqu'à ce que tout foit réfroidi, en relevant un peu plus le goulot bouché; & vous ferez en forte, que l'enduit foit autant qu'il fera poffible, d'une égale épaiffeur partout, & qu'il s'avance de deux bons travers de doigts au-delà de l'équateur, vers le goulot ouvert: le refte fe fera comme je l'ai dit ci-devant.

Il ne fera pas néceffaire de faire tourner le globe non enduit, pour le rendre lumineux en dedans: vous pourrez même vous en épargner la dépenfe, car vous aurez le même effet avec un matras mince purgé d'air, & fcellé hermétiquement.

Onzie-

Onzième Fait.

AU LIEU d'un couſſin attaché avec deux bouts de chaîne aux deux poupées, pour frotter contre le globe, il ſera plus ſimple & plus commode de faire frotter le verre d'une main par un homme iſolé, & de lui faire tenir un fer pointu dans l'autre main, ou de faire ſortir cette pointe de ſa perruque ou de ſes cheveux, s'il eſt néceſſaire qu'il frotte avec les deux mains. *Ibid. Pl. III. Fig. 26. B.*

Treizième Fait.

VOUS vous ſervirez dans cette expérience, d'un conducteur qui ait ſix à ſept pieds de longueur, & des extrêmités duquel vous ferez deſcendre ſur chaque globe, une chaîne de fer dont le dernier anneau ſoit de part & d'autre à huit ou dix lignes de diſtance de l'équateur ; vous placerez ſur le milieu du conducteur, un fil de cotton dont les deux bouts pendent librement & parallélement, de la longueur d'un pied ou environ. *Ibid. Fig. 26. G. H.*

Il ne ſera pas néceſſaire que vous ayiez deux machines électriques ; il ſuf-

ſuffira que l'un de vos deux globes ait une poulie à deux gorges paralleles ; il communiquera par une corde ſans fin, de ſoie, ſon mouvement à l'autre, qui ſera aſſujetti avec ſes poupées ſur un banc quelconque ; il eſt à propos que les gorges des poulies ſoient égales en diametre, & que les deux globes, celui de ſoufre & celui de verre, ſoient à-peu-près de même grandeur ; il faudra répéter pluſieurs fois cette expérience, & que les deux perſonnes qui frottent, paſſent alternativement d'un globe à l'autre.

Voilà de quoi guider les perſonnes qui ne voudront que répéter les expériences des deux dernieres Leçons ; celles qui voudront en faire davantage, pourront conſulter mon *Eſſai ſur l'Electricité des Corps*, mes *Recherches ſur les cauſes particulieres des phénomenes électriques*, & mes *Lettres ſur l'Electricité* : toutes les manipulations y ſont expliquées, & rendues par des figures gravées, d'après leſquelles il ſera aiſé de préparer les expériences.

Fin du Tome Troiſieme.

T A-

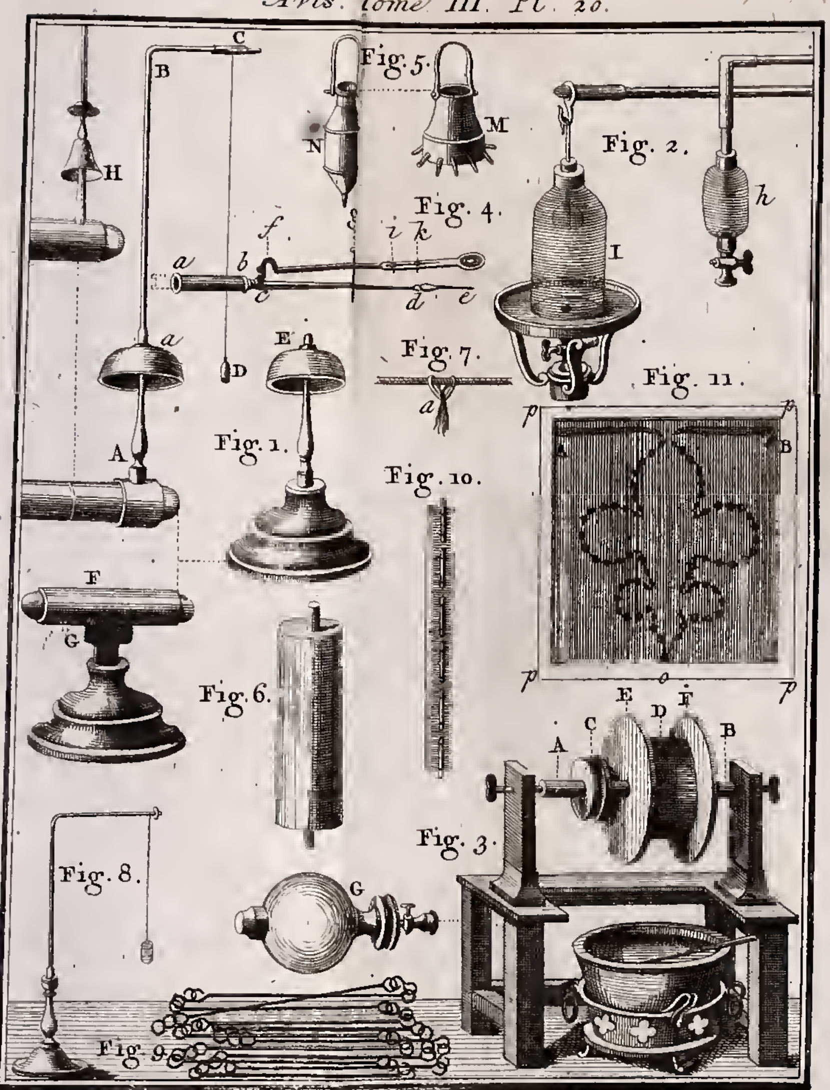


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
H
B
C
D
a
A
E
F
G
N
M
f
g
i
k
b
c
d
e
I
h
p
o

TABLE DES MATIERES

Contenues dans le troisieme Volume.

TROISIEME PARTIE.

CONTENANT *des Avis particuliers sur les Expériences des Leçons de Physique.*

Suite des Avis sur la dixieme Leçon.

Ebul-

AVIS

en

AVIS *concernant la quinzieme Leçon.*

AVIS *concernant la seizieme Leçon.*

Se-

AVIS *concernant la dix-ſeptieme Leçon.*

Si-

Con-

Avis concernant la dix-neuvieme Leçon.

Avis concernant la vingtieme Leçon.

Fin de la Table du troifieme Volume.



EXTRAIT DES REGISTRES de l'Académie Royale des Sciences.

Du 2 Septembre 1769.

Mr. Brisson & moi, qui avions été nommés pour examiner un ouvrage de M. l'Abbé Nollet, intitulé: *Art des Expériences, ou Avis aux Amateurs de la Physique, sur le choix, la construction & l'usage des Instruments, sur la préparation & sur l'emploi des Drogues qui servent aux Expériences*; en ayant fait notre rapport, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impression; en foi de quoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris, le 2 Septembre 1769.

GRANDJEAN DE FOUCHY,
Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.

